

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3216589号

(P3216589)

(45) 発行日 平成13年10月9日 (2001. 10. 9)

(24) 登録日 平成13年8月3日 (2001. 8. 3)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

F 0 2 D 29/02

F 0 2 D 29/02

D

B 6 0 K 6/02

B 6 0 L 11/14

B 6 0 L 11/14

B 6 0 K 9/00

E

請求項の数20(全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平9-293541

(22) 出願日 平成9年10月9日 (1997. 10. 9)

(65) 公開番号 特開平10-306739

(43) 公開日 平成10年11月17日 (1998. 11. 17)

審査請求日 平成11年11月15日 (1999. 11. 15)

(31) 優先権主張番号 特願平8-303950

(32) 優先日 平成8年10月29日 (1996. 10. 29)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-70800

(32) 優先日 平成9年3月7日 (1997. 3. 7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 佐々木 正一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 小谷 武史

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 山岡 正明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100097146

弁理士 下出 隆史 (外2名)

審査官 長馬 望

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力出力装置、原動機制御装置並びにこれらの制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、
出力軸を有する原動機と、
回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、
前記駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、
前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段と、
前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止するよう指示する燃料停止指示手段と、
前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加す

るトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定める目標トルク記憶手段と、

該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記電動機を駆動し、前記3軸式動力入出力手段を介して、前記目標値に応じたトルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加することで、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えた動力出力装置。

【請求項2】 駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、
出力軸を有する原動機と、
回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、

前記駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、
前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段と、
前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止するよう指示する燃料停止指示手段と、

該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転速度を、前記原動機の停止からの時間と共に予め定めた勾配に沿って降下させて前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えた動力出力装置。

【請求項3】 請求項1記載の動力出力装置であって、
前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、

前記求められた減速度の大小により学習値を増減し、記憶する学習手段と、

前記停止時制御実行手段の前記停止時制御における前記所定範囲を、前記記憶された学習値に基づいて決定する減速度範囲決定手段とを備えた動力出力装置。

【請求項4】 請求項1記載の動力出力装置であって、
前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、

前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が所定の経路で所定値となるよう前記第1の電動機を駆動する制御を行なう手段を備える動力出力装置。

【請求項5】 請求項1記載の動力出力装置であって、
前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、

前記停止時制御手段は、前記停止時制御として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が所定値となるまで、前記3軸式動力入出力手段を介して該出力軸の回転方向とは逆向きのトルクを該出力軸に付加するよう前記第1の電動機を駆動する制御を行なう手段を備える動力出力装置。

【請求項6】 前記停止時制御手段は、前記停止時制御の一部として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が前記所定値以下の値と指定設定された判定値以下となったとき、前記3軸式動力入出力手段を介して該出力軸の回転方向に作用する所定のトルクを該出力軸に付加するよう前記第1の電動機を駆動する制御を行なう手段を備える請求項5記載の動力出力装置。

【請求項7】 請求項5記載の動力出力装置であって、
前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、

該減速度の絶対値が大きいほど、前記判定値を大きな値に設定する判定値設定手段とを備えた動力出力装置。

【請求項8】 請求項5記載の動力出力装置であって、

前記停止時制御の実行中において前記駆動軸に加わる制動力の大小を判定する制動力判定手段と、

該制動力が大きいと判定された場合には、前記判定値を大きな値に設定する判定値設定手段とを備えた動力出力装置。

【請求項9】 前記所定値は、前記出力軸と前記三軸式動力入出力手段とを含む系のねじり振動の共振領域を下回る回転数である請求項5記載の動力出力装置。

【請求項10】 請求項1記載の動力出力装置であって、

前記原動機の運転停止の指示が、前記駆動軸への動力の入出力を継続した状態でなされたとき、前記第2の電動機を駆動して、前記駆動軸への動力の入出力を継続する第2電動機制御手段を備える動力出力装置。

【請求項11】 燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸にダンパを介して接続された電動機とを備え、該原動機の運転・停止を制御可能な原動機制御装置であって、

前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止する燃料停止手段と、

前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定める目標トルク記憶手段と、

該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記電動機を駆動し、前記目標値に応じたトルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加すること

で、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えた原動機制御装置。

【請求項12】 請求項11記載の原動機制御装置であって、

前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定める目標トルク記憶手段を備えると共に、

前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記目標値に応じたトルクを前記出力軸に付加するよう前記電動機を駆動する制御を行なう手段を備える原動機制御装置。

【請求項13】 請求項12記載の原動機制御装置であって、

前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、

前記求められた減速度の大小により学習値を増減し、記憶する学習手段と、

前記停止時制御実行手段の前記停止時制御における前記所定範囲を、前記記憶された学習値に基づいて決定する減速度範囲決定手段とを備えた原動機制御装置。

【請求項14】 請求項11記載の原動機制御装置であ

って、

前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、

前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記出力軸の回転数が所定の経路で所定値となるよう前記電動機を駆動する制御を行なう手段を備える原動機制御装置。

【請求項15】 請求項11記載の原動機制御装置であって、

前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、

前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記検出された出力軸の回転数が所定値となるまで、該出力軸の回転方向とは逆向きのトルクを、該出力軸に付加するよう前記電動機を駆動する制御を行なう手段を備える原動機制御装置。

【請求項16】 請求項11記載の原動機制御装置であって、

前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、

前記停止時制御手段は、前記停止時制御の一部として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が前記所定値以下の値として設定された判定値以下となったとき、該出力軸の回転方向に作用する所定のトルクを、該出力軸に付加するよう前記電動機を駆動する制御を行なう手段を備えた原動機制御装置。

【請求項17】 請求項15記載の原動機制御装置であって、

前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、

該減速度の絶対値が大きいほど、前記判定値を大きな値に設定する判定値設定手段とを備えた原動機制御装置。

【請求項18】 前記所定値は、前記出力軸と前記電動機の回転子とを含む系のねじり振動の共振領域を下回る回転数である請求項15記載の駆動装置。

【請求項19】 出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、前記駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段とを備えた動力出力装置を制御する方法であって、

前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止するよう指示し、

前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定めておき、

該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記電動機を駆動し、前記3軸式動力入出力手段を介して、前記

目標値に応じたトルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加することで、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する動力出力装置の制御方法。

【請求項20】 燃料の燃焼により動力を出力する原動機であり、該原動機の出力軸にダンパを介して接続された電動機を備えた原動機の停止を制御する方法であって、

前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止し、

前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定めておき、

該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記電動機を駆動し、前記目標値に応じたトルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加することで、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する原動機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原動機制御装置、動力出力装置並びにこれらの制御方法に関し、詳しくは、燃料の燃焼により動力を出力する原動機とこの原動機の出力軸にダンパを介して接続された電動機からなるシステムにおいて原動機を停止する技術および駆動軸に動力を出力する動力出力装置において原動機を停止する技術、並びにこれらの制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、原動機から出力される動力をトルク変換して駆動軸に出力する動力出力装置としては、流体を利用したトルクコンバータと変速機とを組み合わせるものが用いられていた。この装置におけるトルクコンバータは、原動機の出力軸と変速機に結合された回転軸との間に配置され、封入された流体の流動を介して両軸間の動力の伝達を行なう。このようにトルクコンバータでは、流体の流動により動力を伝達するため、両軸間に滑りが生じ、この滑りに応じたエネルギー損失が発生する。このエネルギー損失は、正確には、両軸の回転数差とその時に動力の出力軸に伝達されるトルクとの積で表わされ、熱として消費される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】したがって、こうした動力出力装置を動力源として搭載する車両では、両軸間の滑りが大きくなると、例えば発進時や登り勾配を低速で走行するときなどのように大パワーが要求されるときには、トルクコンバータでのエネルギー損失が大きくなり、エネルギー効率が低いものとなるという問題があった。また、定常走行時であっても、トルクコンバータにおける動力の伝達効率は100パーセントにならないか

ら、例えば、手動式のトランスミッションと較べて、その燃費は低くならざるを得ない。

【0004】本発明の動力出力装置およびその制御方法は、上述の問題を解決し、原動機から出力される動力を高効率に駆動軸に出力する装置およびその装置の制御方法を提供することを目的の一つとする。

【0005】出願人は、上述の問題に鑑み、流体を用いたトルクコンバータを用いるのではなく、原動機と3軸式動力入出力手段としての遊星歯車装置と発電機と電動機とバッテリーとを備え、原動機から出力される動力やバッテリーに蓄えられた電力を用いて電動機から出力される動力を駆動軸に出力するものを提案している（特開昭第50-30223号公報）。しかし、この提案では、原動機の運転を停止するときの制御については明示されていない。

【0006】そこで、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、原動機と3軸式動力入出力手段と2つの電動機からなる動力出力装置における原動機の運転を停止する際の制御の手法を提供することを目的の一つとする。

【0007】また、この動力出力装置は、原動機の出力軸と電動機の回転軸とが3軸式動力入出力手段により機械的に結合されているから、機械的に一つの振動系を構成する。したがって、例えば、原動機が内燃機関の場合には、内燃機関におけるガス爆発やピストンの往復運動によるトルク変動が加わると、内燃機関の出力軸や電動機の回転軸にねじり振動が生じ、軸の固有振動数と強制振動数が一致すると共振現象を起こして、3軸式動力入出力手段から異音を生じさせたり、場合によっては軸の疲労破壊を生じさせたりする。こうした共振現象は、原動機の種類や3軸式動力入出力手段の構造などによっても異なるが、原動機の運転可能な最低回転数未満の状態が生じることが多い。

【0008】そこで、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、原動機の運転を停止する際に系に生じ得るねじり振動の共振現象を防止することを目的の一つとする。

【0009】また、原動機の出力軸に電動機からトルクを出力して原動機を積極的に停止させると、電動機の制御によっては、原動機の出力軸の回転数が、アンダーシュートして値0以下となってしまうことがあり、この際に装置全体に振動が生じることがある。したがって、この駆動装置を、例えば、車両に搭載したときには、アンダーシュートの際の振動が車体に伝わり、運転者に違和感を与える。

【0010】そこで本発明の駆動装置およびその制御方法は、原動機の運転を停止する際に生じ得る振動を低減することを目的の一つとする。

【0011】こうした原動機の運転を停止する際に系に生じ得るねじり振動の共振現象の問題は、上述の動力出

力装置に限られず、原動機の出力軸と電動機の回転軸とが機械的に結合されている駆動装置であれば、同様に生じ得る。この問題に対して、原動機の出力軸と電動機の回転軸とをダンパを介して機械的に結合する装置が多い。しかし、ねじり振動の振幅を抑える効果が大きなダンパを用いれば、こうしたダンパは特別な減衰機能を有するために部品数が多くなると共に大型化してしまう。一方、小型で簡易なダンパを用いれば、ねじり振動の振幅を抑える効果が小さくなってしまう。

【0012】かかる問題を有する構成は、動力を直接的に出力する構成に限らず、例えば原動機と発電機とを直結し、該発電機により発電した電力による駆動される電動機により走行用のトルクを得るいわゆるシリーズハイブリッドなども該当する。したがって、上記との動力出力装置と主要部が同一の発明として、原動機制御装置とその制御方法の発明がなされた。この原動機制御装置およびその制御方法は、ダンパの種類によらず、原動機の運転を停止する際に系に生じ得るねじり振動の共振現象を防止することを目的の一つとする。

【0013】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置および原動機制御方法並びにこれらの制御方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために、次の手段を採った。

【0014】本発明の動力出力装置は、駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、前記駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段と、前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止するよう指示する燃料停止指示手段と、前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定める目標トルク記憶手段と、該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記電動機を駆動し、前記3軸式動力入出力手段を介して、前記目標値に応じたトルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加することで、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えることを要旨とする。

【0015】また、この動力出力装置に対応した動力出力装置の制御方法は、出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、前記駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力され

たとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段とを備えた動力出力装置を制御する方法であって、前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止するよう指示し、前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定めておき、該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記電動機を駆動し、前記3軸式動力入出力手段を介して、前記目標値に応じたトルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加することで、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行することを要旨としている。

【0016】かかる動力出力装置およびその制御方法によれば、原動機の運転を停止すべき条件が整うと、動力出力装置は、原動機への燃料供給を停止するよう指示する共に、停止時制御を実行する。この停止時制御は、原動機の停止時にこの電動機が出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定めておき、このトルクを原動機の出力時に付加し、この出力軸の減速度を所定範囲に制限して原動機を停止するものである。出力軸へのトルクの付加は、第1の電動機によっても良いし、第2の電動機によっても良い。

【0017】この結果、出力軸の減速度は、所定範囲に制限され、例えばねじり共振領域を素早く通り抜けるといった制御が可能となる。同時に、電動機における無用な電力消費を避けることも可能となる。

【0018】

【0019】この場合には、出力軸の回転数を用いたフィードバック制御を行なわないので、トルク指令値が動力出力装置の状態や外乱により変動することがなく、駆動軸におけるトルク変動を低減することができる。また、出力軸の回転数が目標回転数（停止の場合は通常値0）から大きく隔たっている場合でも、回転数差に基づくフィードバック制御を行なわないから、過大なトルク指令値を出力して無用な電力を消費してしまうと言えない。

【0020】かかる開ループ制御では、フィードバック制御を作用していないことから、最適な制御を実現するためには、合わせ込みが必要となるが、例えば、前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、前記求められた減速度の大小により学習値を増減し、記憶する学習手段と、前記停止時制御実行手段の前記停止時制御における前記所定範囲を、前記記憶された学習値に基づいて決定する減速度範囲決定手段とを設ければ、減速度の範囲を学習することができるので、良好な制御を実現することができる。

【0021】更に、停止時制御の他の構成例としては、回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が

所定の経路で所定値となるよう前記第1の電動機を駆動する制御を考えることができる。ここで、所定の経路とは、原動機への燃料供給を停止したときからの時間に対する原動機の出力軸の回転数の推移をいう。一例として、出力軸の回転速度を、前記原動機の停止からの時間と共に予め定めた勾配に沿って降下させるような経路を予め定めておくことができる。

【0022】こうした動力出力装置によれば、原動機の運転停止の指示がなされたときに、原動機の出力軸の回転数を所望の経路で所定値にすることができる。したがって、所定の経路を短時間で原動機の出力軸の回転数が所定値となるものとすれば、素早く原動機の回転軸の回転数を所定値とすることができ、所定の経路を比較的時間をかけて所定値にするものとすれば、原動機の回転軸の回転数を緩やかに所定値とすることができる。さらに、所定値を値0とすれば、原動機の出力軸の回転を素早く或いは緩やかに止めることができる。

【0023】この動力出力装置において、停止時制御として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が所定値となるまで、前記3軸式動力入出力手段を介して該出力軸の回転方向とは逆向きのトルクを該出力軸に付加するよう前記第1の電動機を駆動する制御を行なうものとすることもできる。こうすれば、より素早く原動機の出力軸の回転数を所定値にすることができる。したがって、原動機の運転停止の指示がなされたときの原動機の出力軸の回転数と所定値との間にねじり振動の共振領域がある場合、この領域を素早く通過することができ、共振現象を防止することができる。

【0024】また、この動力出力装置において、停止時制御の一部として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が前記所定値以下の値として設定された判定値以下となったとき、前記3軸式動力入出力手段を介して該出力軸の回転方向に作用する所定トルクを該出力軸に付加するよう前記第1の電動機を駆動する制御を行なうものとすることもできる。こうすれば、出力軸の回転を停止する際に生じ得るアンダーシュートを抑制し、その際に生じ得る振動を低減することができる。

【0025】ここで、判定値の求め方としては、種々の方法が取り得るが、例えば、停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求め、減速度の絶対値が大きいほど、判定値を大きな値に設定するものとしても良い。減速度が大きいほど判定値を大きくしておくことで、出力軸の回転数がアンダーシュートすることを未然に防止することができる。また、停止時制御の実行中において前記駆動軸に加わる制動力の大小を判定し、この制動力が大きいと判定された場合には、判定値を大きな値に設定するものとすることもできる。制動力が加わっている場合には、原動機を止める力も大きいと見なせるので、判定値を大きくすることにより、回転数のアン

ダーシュートを防止することができる。

【0026】さらに、本発明の動力出力装置において、前記停止時制御手段は、前記回転軸に入出力される動力が値0となるよう前記第1の電動機を駆動制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、第1の電動機による電力の消費がないから、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。また、第1の電動機により強制的に原動機の出力軸の運転状態を変更することがないから、原動機の運転停止に伴うトルクショックを低減することができる。なお、原動機と第1の電動機は、それぞれで消費されるエネルギー（例えば、摩擦仕事等）の和が最小となる運転状態で落ち着く。

【0027】あるいは、本発明の動力出力装置において、前記所定値を、出力軸と三軸式動力入出力手段とを含む系のねじり振動の共振領域を下回る回転数としておければ、ねじり共振の防止を確実にこなうことができる。

【0028】更に、原動機の運転停止の指示が、前記駆動軸への動力の入出力を継続した状態でなされたとき、前記第2の電動機を駆動して、前記駆動軸への動力の入出力を継続するものとすることもできる。こうすれば、駆動軸への動力の入出力を継続している最中に原動機の運転を停止することができる。しかも、駆動軸への動力の入出力は、第2の電動機により行なうことができる。

【0029】次に、本願発明の原動機制御装置の概要について説明する。本願発明の原動機制御装置は、燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸にダンバを介して接続された電動機とを備え、該原動機の運転・停止を制御可能な原動機制御装置であって、前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止する燃料停止手段と、前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定める目標トルク記憶手段と、該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記電動機を駆動し、前記目標値に応じたトルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加することで、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えたことを要旨としている。

【0030】また、この原動機制御方法に対応した原動機の制御方法は、燃料の燃焼により動力を出力する原動機であり、該原動機の出力軸にダンバを介して接続された電動機を備えた原動機の停止を制御する方法であって、前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止し、前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定めおき、該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記電動機を駆動し、前記目標値に応じたト

ルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加することで、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行することを要旨としている。

【0031】この原動機制御装置および原動機の制御方法は、出力軸にダンバを介して電動機が接続された原動機の停止を制御するものであり、電動機がダンバを介して接続された原動機の出力軸に生じ得るねじり共振を低減することができる。即ち、この原動機制御装置および原動機の制御方法では、原動機の停止時に電動機が出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定めおき、原動機の運転を停止すべき条件が整ったとき、原動機への燃料の供給を停止し、これに伴って原動機の出力軸に、この目標値に従うトルクを付加し、出力軸の回転減速度を所定範囲に制限して原動機を停止する。出力軸のねじり共振は、所定の減速度で生じ易いから、出力軸の回転減速度を所定範囲に制限することにより、ねじり共振は低減される。

【0032】この制御は、いわゆる開ループ制御であり、原動機の停止時に電動機が出力軸に付加するトルクの目標値を時間軸に沿って予め設定しておくのである。

【0033】この場合には、出力軸の回転数を用いたフィードバック制御を行なわないので、出力軸に付加するトルクが外乱により変動することがない。また、出力軸の回転数が目標回転数（停止の場合は通常値0）から大きく隔たっている場合でも、回転数差に基づくフィードバック制御を行なわないから、過大なトルクを出力軸に付加して無用な電力を消費してしまうことがない。

【0034】かかる開ループ制御では、フィードバック制御を作用していないことから、最適な制御を実現するためには、合わせ込みが必要となるが、例えば、前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、前記求められた減速度の大小により学習値を増減し、記憶する学習手段と、前記停止時制御実行手段の前記停止時制御における前記所定範囲を、前記記憶された学習値に基づいて決定する減速度範囲決定手段とを備えた構成にすれば、減速度の範囲を学習することができるので、良好な制御を実現することができる。

【0035】更に、停止時制御の他の構成例としては、回転数検出手段により検出される出力軸の回転数が所定の経路で所定値となるよう電動機を駆動する制御を考えることができる。ここで、所定の経路とは、原動機への燃料供給を停止したときからの時間に対する原動機の出力軸の回転数の推移をいう。

【0036】こうした原動機制御装置によれば、原動機の運転停止の指示がなされたときに、原動機の出力軸の回転数を所望の経路で所定値にすることができる。した

がって、所定の経路を短時間で原動機の出力軸の回転数が所定値となるものとすれば、素早く原動機の回転軸の回転数を所定値とすることができ、所定の経路を比較的時間をかけて所定値にするものとすれば、原動機の回転軸の回転数を緩やかに所定値とすることができる。いずれの場合も出力軸のねじり共振領域を避けるよう減速度の範囲を制限すれば、出力軸にねじり共振が生じることもない。

【0037】更に、停止時制御として、検出された出力軸の回転数が所定値となるまで、出力軸の回転方向とは逆向きのトルクを、出力軸に付加するよう電動機を駆動する制御を行なうものとすることもできる。この場合には、より素早く原動機の出力軸の回転数を所定値にすることができる。したがって、原動機の運転停止の指示がなされたときの原動機の出力軸の回転数と所定値との間にねじり振動の共振領域がある場合、この領域を素早く通過することができ、共振現象を防止することができる。

【0038】また、この原動機制御装置において、停止時制御の一部として、出力軸の回転数が所定値以下の値として設定された判定値以下となったとき、出力軸の回転方向に作用する所定のトルクを、出力軸に付加するよう電動機を駆動する制御を行なうことも可能である。こうすれば、出力軸の回転を停止する際に生じ得るアンダーシュートを抑制し、その際に生じ得る振動を低減することができる。

【0039】ここで、判定値の求め方としては、種々の方法が取り得るが、例えば、停止時制御の実行中における出力軸の回転数の減速度の絶対値が大きいほど、判定値を大きな値に設定するものとしても良い。減速度が大きいほど判定値を大きくしておくことで、出力軸の回転数がアンダーシュートすることを未然に防止することができる。

【0040】なお、所定値を、出力軸と電動機の回転子とを含む系のねじり振動の共振領域を下回る回転数としておけば、ねじり共振の発生を確実に抑制することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は本発明の一実施例としてのエンジン制御装置を含む動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図2は実施例の動力出力装置110の詳細構成を示す説明図、図3は実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図3を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0042】図3に示すように、この車両は、ガソリンを燃料として動力を出力するエンジン150を備える。このエンジン150は、吸気系からスロットルバルブ166を介して吸入した空気と燃料噴射弁151から噴射

されたガソリンとの混合気を燃焼室152に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン154の運動をクランクシャフト156の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ166はアクチュエータ168により開閉駆動される。点火プラグ162は、イグナイタ158からディストリビュータ160を介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

【0043】このエンジン150の運転は、電子制御ユニット（以下、E F I E C Uと呼ぶ）170により制御されている。E F I E C U 170には、エンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ166の開度（ポジション）を検出するスロットルバルブポジションセンサ167、エンジン150の負荷を検出する吸気管負圧センサ172、エンジン150の水温を検出する水温センサ174、ディストリビュータ160に設けられクランクシャフト156の回転数と回転角度を検出する回転数センサ176及び回転角度センサ178などである。なお、E F I E C U 170には、この他、例えばイグニッションキーの状態S Tを検出するスタータスイッチ179なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0044】エンジン150のクランクシャフト156は、クランクシャフト156に生じるねじり振動の振幅を抑制するダンバ157を介して後述するブラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2に結合されており、更に駆動軸112を回転軸とする動力伝達ギヤ111を介してディファレンシャルギヤ114に結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。モータMG1およびモータMG2は、制御装置180に電氣的に接続されており、この制御装置180によって駆動制御される。制御装置180の構成は後で詳述するが、内部には制御CPUが備えられており、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184やアクセルペダル164に設けられたアクセルペダルポジションセンサ164a、ブレーキペダル165に設けられたブレーキペダルポジションセンサ165aなども接続されている。また、制御装置180は、上述したE F I E C U 170と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0045】図1に示すように、実施例の動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156とキャリア軸127とを接続しクランクシャフト156のねじり振動の振幅を抑制するダンバ157、キャリア軸127にブラネタリギヤ124が結合されたブラネタリギヤ120、ブラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG

1、ブラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180から構成されている。

【0046】ブラネタリギヤ120およびモータMG1、MG2の構成について、図2により説明する。ブラネタリギヤ120は、キャリア軸127に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、キャリア軸127と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のブラネタリビニオンギヤ123と、キャリア軸127の端部に結合され各ブラネタリビニオンギヤ123の回転軸を軸支するブラネタリキャリア124とから構成されている。このブラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびブラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。このブラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。なお、サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127には、それぞれその回転角度 θ_s 、 θ_r 、 θ_c を検出するレゾルバ139、149、159が設けられている。

【0047】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128が結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力伝達ギヤ111との間で動力の伝達が行なわれる。

【0048】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、ブラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。

【0049】モータMG2も、モータMG1と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、ブラネタリギヤ120のリングギ

ヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。

【0050】次に、モータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180について説明する。図1に示すように、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191、192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリー194から構成されている。制御CPU190は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびEFIECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。この制御CPU190には、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度 θ_s 、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度 θ_r 、レゾルバ159からのキャリア軸127の回転角度 θ_c 、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）BP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値 I_{u1} 、 I_{v1} 、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値 I_{u2} 、 I_{v2} 、バッテリー194の残容量を検出する残容量検出器199からの残容量BRVなどが、入力ポートを介して入力されている。なお、残容量検出器199は、バッテリー194の電解液の比重またはバッテリー194の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0051】また、制御CPU190からは、第1の駆動回路191に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路192に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW2とが出力されている。第1の駆動回路191内の6個のトランジスタTr1ないしTr6は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、モータMG1の三相コイル（UVW）34の各々が接続されている。電源ラインL1、L2は、

バッテリー194のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、三相コイル134の各コイルに流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル134により、回転磁界が形成される。

【0052】他方、第2の駆動回路192の6個のトランジスタTr1ないしTr6も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路191と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、モータMG2の三相コイル144の各々に接続されている。したがって、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル144に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル144により、回転磁界が形成される。

【0053】以上構成を説明した実施例の動力出力装置110の動作について説明する。なお、以下の説明で「動力」とは、軸に作用するトルクとその軸の回転数との積の形態で表わされ、単位時間あたりに出力されるエネルギーの大きさをいう。これに対し、「動力状態」とは、ある動力を与えるトルクおよび回転数の組み合わせによって定まる運転ポイントを示すものとする。従って、ある「動力」を与える「運転ポイント」は、トルクおよび回転数の組み合わせにより無数に存在することになる。なお、動力出力装置は、各瞬間ごとにおけるエネルギーのやりとり、言い換えれば単位時間当たりのエネルギー収支を基準として制御されるため、以下、「エネルギー」という用語は単位時間当たりのエネルギー、即ち「動力」と同義の用語として用いる。同様に、単位時間当たりの電気エネルギーを意味する「電力」と「電気エネルギー」も同義の用語として用いる。

【0054】実施例の動力出力装置110の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン150を回転数Ne、トルクTeの運転ポイントP1で運転し、このエンジン150から出力されるエネルギーPeと同一のエネルギーであるが異なる回転数Nr、トルクTrの運転ポイントP2でリングギヤ軸126を運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に作用させる場合について考える。この時のエンジン150とリングギヤ軸126の回転数およびトルクの間を関係を図4に示す。

【0055】ブラネタリギヤ120の3軸（サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127）における回転数やトルクの間は、機構学の教えるところによれば、図5および図6に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、ブラネタリギヤ120における3軸の回転数やトルクの間は、上述の共線図を用いなくても各軸の

エネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。本実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0056】図5における縦軸は3軸の回転数軸であり、横軸は3軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標軸S、Rを両端にとったとき、キャリア軸127の座標軸Cは、軸Sと軸Rを1:ρに内分する軸として定められる。ここで、ρは、リングギヤ122の歯数に対するサンギヤ121の歯数の比であり、次式(1)で表わされる。

【0057】

【数1】

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots (1)$$

【0058】いま、エンジン150が回転数Neで運転されており、リングギヤ軸126が回転数Nrで運転されている場合を考えているから、エンジン150のクラunkシャフト156が結合されているキャリア軸127の座標軸Cにエンジン150の回転数Neを、リングギヤ軸126の座標軸Rに回転数Nrをプロットすることができる。この二点を通る直線を描けば、この直線と座標軸Sとの交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸125の回転数Nsを求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数Nsは、回転数Neと回転数Nrとを用いて比例計算式(次式(2))により求めることができる。このようにブラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびブラネタリキャリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0059】

【数2】

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \dots (2)$$

【0060】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルクTeをキャリア軸127の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作用させたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルクTeは、平行な2つの異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTesと座標軸R上のトルクTerとに分離することができる。このときトルクTesおよびTerの大きさは、次式(3)によって表わされる。

【0061】

【数3】

$$T_{es} = T_e \times \frac{\rho}{1+\rho}$$

$$T_{er} = T_e \times \frac{1}{1+\rho}$$

... (3)

【0062】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルク T_{es} と大きさが同じで向きが反対のトルク T_{m1} を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力するトルク T_r と同じ大きさと向きが反対のトルクとトルク T_{er} との合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルク T_{m2} を作用させるのである。このトルク T_{m1} はモータMG1により、トルク T_{m2} はモータMG2により作用させることができる。このとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータMG1は発電機として動作することになり、トルク T_{m1} と回転数 N_s との積で表わされる電気エネルギー P_{m1} をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルク T_{er} の方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルク T_{m2} と回転数 N_r との積で表わされる電気エネルギー P_{m2} を動力としてリングギヤ軸126に出力する。

【0063】ここで、電気エネルギー P_{m1} と電気エネルギー P_{m2} とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により回生して賄うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギー P_e とリングギヤ軸126に出力されるエネルギー P_r とを等しくすればよい。すなわち、トルク T_e と回転数 N_e との積で表わされるエネルギー P_e と、トルク T_r と回転数 N_r との積で表わされるエネルギー P_r とを等しくするのである。図4に照らせば、運転ポイントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルク T_e と回転数 N_e とで表わされる動力を、トルク変換して、同一のエネルギーでトルク T_r と回転数 N_r とで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動輪116、118に伝達される動力とはリニアな関係が成立するから、駆動輪116、118に伝達される動力は、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0064】図5に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数 N_s は正であったが、エンジン150の回転数 N_e とリングギヤ軸126の回転数 N_r とによっては、図6に示す共線図のように負となる場合もある。このとき

には、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルク T_{m1} と回転数 N_s との積で表わされる電気エネルギー P_{m1} を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、モータMG2は発電機として動作し、トルク T_{m2} と回転数 N_r との積で表わされる電気エネルギー P_{m2} をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギー P_{m1} とモータMG2で回生する電気エネルギー P_{m2} とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギー P_{m1} をモータMG2で丁度賄うことができる。

【0065】以上、実施例の動力出力装置110における基本的なトルク変換について説明したが、実施例の動力出力装置110は、こうしたエンジン150から出力される動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126に出力する動作の他に、エンジン150から出力される動力（トルク T_e と回転数 N_e との積）と、モータMG1により回生または消費される電気エネルギー P_{m1} と、モータMG2により消費または回生される電気エネルギー P_{m2} とを調節することにより、余剰の電気エネルギーを見い出してバッテリー194を充電する動作としたり、不足する電気エネルギーをバッテリー194に蓄えられた電力により補う動作など種々の動作とすることもできる。

【0066】なお、以上の動作原理では、ブラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2、トランジスタ T_{r1} ないし T_{r16} などによる動力の変換効率を値1（100%）として説明した。実際には、値1未満であるから、エンジン150から出力されるエネルギー P_e をリングギヤ軸126に出力するエネルギー P_r より若干大きな値とするか、逆にリングギヤ軸126に出力するエネルギー P_r をエンジン150から出力されるエネルギー P_e より若干小さな値とする必要がある。例えば、エンジン150から出力されるエネルギー P_e を、リングギヤ軸126に出力されるエネルギー P_r に変換効率の逆数を乗じて算出される値とすればよい。また、モータMG2のトルク T_{m2} を、図5の共線図の状態ではモータMG1により回生される電力に両モータの効率を乗じたものから算出される値とし、図6の共線図の状態ではモータMG1により消費される電力を両モータの効率で割ったものから算出すればよい。なお、ブラネタリギヤ120では機械摩擦などにより熱としてエネルギーを損失するが、その損失量は全体量からみれば極めて少なく、モータMG1、MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて

近い。また、トランジスタTr1ないしTr16のオン抵抗もGTOなど極めて小さいものが知られている。したがって、動力の変換効率は値1に近いものとなるから、以下の説明でも、説明の容易のため、明示しない限り値1（100%）として取り扱う。

【0067】次に、こうしたトルク制御により走行状態にある車両において、走行状態のまま、エンジン150の運転を停止する際の移行制御について図7に例示するエンジン停止制御ルーチンに基づき説明する。本ルーチンは、運転者によってモータMG2のみによる運転モードへの切り換えの指示があったとき、あるいは制御装置180の制御CPU190により実行される図示しない運転モード判定処理によりモータMG2のみによる運転モードが選択されたとき等に実行される。

【0068】エンジン停止制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、通信によりEFIECU170にエンジンの運転停止の信号を出力する（ステップS100）。エンジン150の運転停止信号を受信したEFIECU170は、燃料噴射弁151からの燃料噴射を停止すると共に点火プラグ162への電圧の印加を停止し、さらにスロットルバルブ166を全閉にする。こうした処理によりエンジン150の運転は停止される。

【0069】続いて、制御CPU190は、エンジン150の回転数Neを入力する処理を行なう（ステップS102）。エンジン150の回転数Neは、クランクシャフト156とダンパ157を介して結合されたキャリア軸127に設けられたレゾルバ159により検出されるキャリア軸127の回転角度θcから求めることができる。なお、エンジン150の回転数Neは、ディストリビュータ160に設けられた回転数センサ176によっても直接検出することもできる。この場合、制御CPU190は、回転数センサ176に接続されたEFIECU170から通信により回転数Neの情報を受け取ることになる。

$$Tm1* \leftarrow K1 (Ne* - Ne) + K2 \int (Ne* - Ne) dt$$

… (4)

【0073】続いて、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値Tr*とモータMG1のトルク指令値Tm1*とを用いて次式（5）によりモータMG2のトルク指令値Tm2*を設定する（ステップS114）。式（5）中の右辺第2項は、エンジン150の運転を停止した状態でモータMG1からトルク指令値Tm1*のトルクを出力した際にプラネタリギヤ120を介してリングギヤ軸126に作用するトルクであり、K3は比例定数である。K3は、共線図における動作共線の釣り合いの状態であれば値1であるが、エンジン150の運転停止の際の過渡時であるから、モータMG1から出力されるトルクのうちの一部分がエンジン150とモータMG1

【0070】エンジン150の回転数Neを入力すると、入力した回転数Neに基づいてタイムカウンタTCの初期値を設定する（ステップS104）。ここで、タイムカウンタTCは、後述するステップS108でエンジン150の目標回転数Ne*を設定するときに用いられる引数であり、ステップS106に示すように、繰り返しステップS106ないしS116の処理が実行される際にインクリメントされるものである。このタイムカウンタTCの初期値の設定は、タイムカウンタTCを引数としてエンジン150の目標回転数Ne*を設定する際のマップ、例えば、図8に示すマップを用いて行なわれる。図8に示すように、タイムカウンタTCの設定は、縦軸（目標回転数Ne*の軸）上に回転数Neを取り、これに対応するタイムカウンタTCの値を求めることにより行なわれる。

【0071】タイムカウンタTCを設定すると、設定したタイムカウンタTCをインクリメントし（ステップS106）、このインクリメントしたタイムカウンタTCと図8に示すマップとを用いてエンジン150の目標回転数Ne*を設定する（ステップS108）。目標回転数Ne*の設定では、横軸（タイムカウンタTCの軸）上にタイムカウンタTCを取り、これに対応する目標回転数Ne*を求めることにより行なわれる。なお、図8には、タイムカウンタTCの初期値に値1を加えた「TC+1」として目標回転数Ne*を求める様子を表示した。続いて、エンジン150の回転数Neを入力し（ステップS110）、入力した回転数Neと設定した目標回転数Ne*とを用いて次式（4）によりモータMG1のトルク指令値Tm1*を設定する（ステップS112）。ここで、式（4）中の右辺第1項は回転数Neの目標回転数Ne*からの偏差を打ち消す比例項であり、右辺第2項は定常偏差をなくす積分項である。なお、K1およびK2は比例定数である。

【0072】

【数4】

とからなる慣性系の運動の変化に用いられるため、値1より小さな値となる。このトルクを正確に求めるには、上述の慣性系のモータMG1からみた慣性モーメントにサンギヤ軸125の角加速度を乗じて慣性系の運動の変化に用いられるトルク（慣性トルク）を求め、これをトルク指令値Tm1*から減じたものをギヤ比ρで割ればよい。実施例では、本ルーチンにより設定されるトルク指令値Tm1*が比較的小さな値であることから、比例定数K3を用いて計算を簡略化した。なお、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値Tr*は、運転者によるアクセルペダル164の踏込量に基づいて図9に例示する要求トルク設定ルーチンに基づいて設定され

る。以下、このトルク指令値 T_r^* を設定する処理について簡単に説明する。

【0074】

【数5】

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - K3 \times \frac{T_{m1}^*}{\rho} \quad \dots (5)$$

【0075】図9の要求トルク設定ルーチンは、所定時間毎（例えば、8msec）に繰り返し実行される。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、リングギヤ軸126の回転数 N_r を読み込む処理を行なう（ステップS130）。リングギヤ軸126の回転数 N_r は、レゾルバ149により検出されるリングギヤ軸126の回転角度 θ_r から求めることができる。続いて、アクセルペダルポジションセンサ164aによって検出されるアクセルペダルポジションAPを入力する処理を行なう（ステップS132）。アクセルペダル164は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるものであるから、アクセルペダルポジションAPは、リングギヤ軸126延いては駆動輪116、118に出力すべきトルクに対応するものとなる。アクセルペダルポジションAPを読み込むと、読み込んだアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数 N_r とに基づいてリングギヤ軸126に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値 T_r^* を導出する処理を行なう（ステップS134）。ここで、駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出せずに、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出するのは、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128、動力伝達ギヤ111およびディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に機械的に結合されているから、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出すれば、駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出する結果となるからである。なお、実施例では、リングギヤ軸126の回転数 N_r とアクセルペダルポジションAPとトルク指令値 T_r^* との関係を示すマップを予めROM190bに記憶しておき、アクセルペダルポジションAPが読み込まれると、読み込まれたアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数 N_r とROM190bに記憶したマップとに基づいてトルク指令値 T_r^* の値を導出するものとした。このマップの一例を図10に示す。

【0076】こうしてステップS112でモータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* を設定し、ステップS114でモータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* を設定すると、割込処理を利用して所定時間毎（例えば、4msec毎）に繰り返し実行される図11に例示するモータMG1の制御ルーチンや図12に例示するモータMG2の制御ルーチンにより、設定された指令値のトルクがモータMG1やモータMG2から出力されるようモータMG1やモ

ータMG2が制御される。こうしたモータMG1の制御とモータMG2の制御については後述する。

【0077】次に、制御装置180の制御CPU190は、エンジン150の回転数 N_e と閾値 N_{ref} とを比較する（ステップS116）。ここで、閾値 N_{ref} は、モータMG2のみによる運転モードの処理においてエンジン150の目標回転数 N_e^* として設定される値の近傍の値として設定されるものである。実施例では、モータMG2のみによる運転モードの処理におけるエンジン150の目標回転数 N_e^* が値0に設定されているから、閾値 N_{ref} は、値0の近傍の値として設定されている。なお、この値は、ダンパ157により結合されたクランクシャフト156とキャリア軸127とに結合されている系が共振現象を生じる回転数領域の下限值より小さな値である。したがって、エンジン150の回転数 N_e が閾値 N_{ref} より大きいときには、まだエンジン150の運転停止の過渡時にあり、共振現象を生じる回転数領域の下限值未満になっていないと判断して、ステップS106に戻り、ステップS106ないしS116の処理を繰り返し実行する。ステップS106ないしS116の処理を繰り返し実行すると、その都度、タイムカウンタTCがインクリメントされ、エンジン150の目標回転数 N_e^* が図8に示すマップに基づいてより小さな値として設定されるから、エンジン150の回転数 N_e は、図8に示すマップの目標回転数 N_e^* の勾配と同様な勾配で小さくなっていく。したがって、目標回転数 N_e^* の勾配を、エンジン150への燃料噴射の停止したときの回転数 N_e の自然な変化の勾配以上とすれば、エンジン150の回転数 N_e を速やかに小さくすることができ、回転数 N_e の自然な変化の勾配未満とすれば、エンジン150の回転数 N_e を緩やかに小さくすることができる。実施例では、上述の共振現象を生じる回転数領域を通過することを想定しているから、目標回転数 N_e^* の勾配は、回転数 N_e の自然な変化の勾配以上に設定されている。

【0078】一方、エンジン150の回転数 N_e が閾値 N_{ref} 以下になると、モータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* にキャンセルトルク T_c を設定すると共に（ステップS118）、上式（6）によりモータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* を設定し（ステップS120）、所定時間経過するのを待つ（ステップS122）。ここで、キャンセルトルク T_c は、エンジン150の回転数 N_e が負の値となるいわゆるアンダーシュートするのを防止するためのトルクである。なお、PI制御を受けるモータMG1により積極的にエンジン150の運転を停止する際にエンジン150の回転数 N_e がアンダーシュートする理由については上述した。

【0079】モータMG1からキャンセルトルク T_c を出力した状態で所定時間経過すると、モータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* に値0を設定すると共に（ステップ

S124)、モータMG2のトルク指令値 $Tm2^*$ にトルク指令値 Tr^* を設定し(ステップS126)、本ルーチンを終了して、図示しないモータMG2のみによる運転モードの処理を実行する。

【0080】次に、モータMG1の制御について図11に例示するモータMG1の制御ルーチンに基づいて説明する。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転角度 θ_s をレゾルバ139から入力する処理を行ない(ステップS180)、モータMG1の電気角 θ_1 をサンギヤ軸125の回転角度 θ_s から求める処理を行なう(ステップS181)。実施例では、モータMG1として4極対の同期電動機を用いているから、 $\theta_1 = 4\theta_s$ を演算することになる。続いて、電流検出器195、196により、モータMG1の三相コイル134のU相とV相に

$$\begin{bmatrix} Id1 \\ Iq1 \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_s - 120) & \sin\theta_s \\ -\cos(\theta_s - 120) & \cos\theta_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Iu1 \\ Iv1 \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

【0082】次に、2軸の電流値に変換した後、モータMG1におけるトルク指令値 $Tm1^*$ から求められる各軸の電流指令値 $Id1^*$ 、 $Iq1^*$ と実際各軸に流れた電流 $Id1$ 、 $Iq1$ と偏差を求め、各軸の電圧指令値 $Vd1$ 、 $Vq1$ を求める処理を行なう(ステップS186)。すなわち、以下の式(7)の演算を行なうのである。ここで、 $Kp1$ 、 $Kp2$ 、 $Ki1$ 、 $Ki2$ は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整される。なお、電圧指令値 $Vd1$ 、 $Vq1$ は、電流指令値 I^* との偏差 ΔI に比例する部分(式(7)第1式右辺第1項)と偏差 ΔI の i 回分の過去の累積分(同右辺第2項)とから求められる。

【0083】

$$\begin{bmatrix} Vu1 \\ Vv1 \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos\theta_s & -\sin\theta_s \\ \cos(\theta_s - 120) & -\sin(\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vd1 \\ Vq1 \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

$$Vw1 = -Vu1 - Vv1$$

【0086】実際の電圧制御は、第1の駆動回路191のトランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ のオンオフ時間によりなされるから、式(8)によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ のオン時間をPWM制御する(ステップS199)。

【0087】ここで、モータMG1のトルク指令値 $Tm1^*$ の符号を図5や図6の共線図におけるトルク $Tm1$ の向きを正とすれば、同じ正の値のトルク指令値 $Tm1^*$ が設定されても、図5の共線図の状態のようにトルク指令値 $Tm1^*$ の作用する向きとサンギヤ軸125の回転の向きとが異なるときには回生制御がなされ、図6の共線図の状態のように同じ向きときには力行制御がなされる。しかし、モータMG1の力行制御と回生制御

流れている電流 $Iu1$ 、 $Iv1$ を検出する処理を行なう(ステップS182)。電流はU、V、Wの三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換(三相-二相変換)を行なう(ステップS184)。座標変換は、永久磁石型の同期電動機のd軸、q軸の電流値に変換することであり、次式(6)を演算することにより行なわれる。ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d軸およびq軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

【0081】

【数6】

【数7】

$$Vd1 = Kp1 \cdot \Delta Id1 + \sum Ki1 \cdot \Delta Id1$$

$$Vq1 = Kp2 \cdot \Delta Iq1 + \sum Ki2 \cdot \Delta Iq1 \quad \dots (7)$$

【0084】その後、こうして求めた電圧指令値をステップS184で行なった変換の逆変換に相当する座標変換(二相-三相変換)を行ない(ステップS188)、実際に三相コイル134に印加する電圧 $Vu1$ 、 $Vv1$ 、 $Vw1$ を求める処理を行なう。各電圧は、次式(8)により求める。

【0085】

【数8】

は、トルク指令値 $Tm1^*$ が正であれば、ロータ132の外周面に取り付けられた永久磁石135と三相コイル134に流れる電流により生じる回転磁界とにより正のトルクがサンギヤ軸125に作用するよう第1の駆動回路191のトランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。すなわち、トルク指令値 $Tm1^*$ の符号が同じであれば、モータMG1の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図11のモータMG1の制御ルーチンで回生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値 $Tm1^*$ が負のときには、ステップS180で読み込むサンギヤ軸125の回転角度 θ_s の変化の方向が逆になるだ

けであるから、このときの制御も図11のモータMG1の制御ルーチンにより行なうことができる。

【0088】次に、モータMG2の制御について図12に例示するモータMG2の制御ルーチンに基づき説明する。モータMG2の制御処理は、モータMG1の制御処理のうちトルク指令値 T_{m1}^* とサンギヤ軸125の回転角度 θ_s に代えてトルク指令値 T_{m2}^* とリングギヤ軸126の回転角度 θ_r とを用いる点を除き、モータMG1の制御処理と全く同一である。すなわち、リングギヤ軸126の回転角度 θ_r をレゾルバ149を用いて検出すると共に（ステップS190）、検出した回転角度 θ_r からモータMG2の電気角 θ_2 を算出し（ステップS191）、続いてモータMG2の各相電流を電流検出器197、198を用いて検出し（ステップS192）、その後、座標変換（ステップS194）および電圧指令値 V_{d2} 、 V_{q2} の演算を行ない（ステップS196）、更に電圧指令値の逆座標変換（ステップS198）を行なって、モータMG2の第2の駆動回路192のトランジスタ $Tr11$ ないし $Tr16$ のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう（ステップS199）。

【0089】ここで、モータMG2もトルク指令値 T_{m2}^* の向きとリングギヤ軸126の回転の向きとにより力行制御されたり回生制御されたりするが、モータMG1と同様に、力行制御も回生制御も共に図12のモータMG2の制御処理で行なうことができる。なお、実施例では、モータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* の符号は、図5の共線図の状態のときのトルク T_{m2} の向きを正とした。

【0090】次に、こうしたエンジン150の停止制御の際のエンジン150の回転数 N_e やモータMG1のトルク T_{m1} などの変化の様子を図13ないし図15に例示する共線図と図16に例示する説明図とを用いて説明する。図13は図7のエンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときの共線図であり、図14はエンジン停止制御ルーチンのステップS106ないしS116の処理が何回か繰り返し実行されたときの共線図であり、図15はエンジン150の回転数 N_e が閾値 N_{ref} 以下になったときの共線図である。実施例では、図8のマップにおける目標回転数 N_e^* の勾配が回転数 N_e の自然な変化の勾配以上に設定されているから、図13および図14に示すように、モータMG1から出力されるトルク T_{m1} は、エンジン150の回転数 N_e を強制的に小さくする方向に作用する。したがって、モータMG1は、エンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときには、トルク T_{m1} はサンギヤ軸125の回転方向と逆向きとなるから、発電機として動作し、その後、図14に示すように、サンギヤ軸125の回転数 N_s が負の値となるから、電動機として動作することになる。このとき、モータMG1はエンジン150の回転数 N_e と目標

回転数 N_e^* とに基づいてPI制御されるから、図16に示すように、エンジン150の回転数 N_e は、目標回転数 N_e^* に若干遅れて変化する。なお、エンジン150の運転停止の指示が出力される前の状態におけるエンジン150の回転数 N_e とリングギヤ軸126の回転数 N_r によっては、図6を用いて説明したようにサンギヤ軸125の回転数 N_s が負の値となることもあるから、図14の共線図が、エンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときの共線図となる場合もある。この場合、モータMG1は、はじめから電動機として動作することになる。

【0091】こうした図13および図14の共線図の状態では、エンジン150への燃料供給は停止されているため、エンジン150からのトルクの出力はない。しかし、モータMG1からエンジン150の回転数 N_e を強制的に小さくするトルク T_{m1} が出力されるため、その抗力としてのトルク T_{sc} がキャリア軸127に作用することになる。一方、リングギヤ軸126には、モータMG2から出力されるトルク T_{m2} と、モータMG1から出力されるトルク T_{m1} に伴ってプラネタリギヤ120を介してリングギヤ軸126に出力されるトルク T_{sr} が作用する。このリングギヤ軸126に作用するトルク T_{sr} は、前述したように、エンジン150とモータMG1とからなる慣性系の運動の変化と動作共線の釣り合いから求めることができるが、式（5）の右辺第2項と同程度である。したがって、リングギヤ軸126には、略トルク指令値 T_r^* のトルクが出力されることになる。

【0092】図7のエンジン停止制御ルーチンのステップS116で、エンジン150の回転数 N_e が閾値 N_{ref} 以下になると、モータMG1からキャンセルトルク T_c が出力されるから、エンジン150の回転数 N_e は図16の破線に示すアンダーシュートをすることなく停止し、モータMG2のみによる運転モードの処理へ滑らかに移行する。実施例では、このモータMG2のみによる運転モードのときには、モータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* を値0としている。このため、動作共線は、エンジン150を空回りさせるのに必要なエネルギーとモータMG1を空回りさせるのに必要なエネルギーの和の最も小さい状態に落ち着く。実施例では、エンジン150はガソリンエンジンを用いているから、エンジン150を空回りさせるのに必要なエネルギー、すなわち、エンジン150のピストンの摩擦や圧縮等に要するエネルギーは、モータMG1のロータ132を空回りさせるのに必要なエネルギーよりも大きくなる。したがって、動作共線は、図15の共線図に示すように、エンジン150が停止し、モータMG1が空回りする状態となる。なお、図15の共線図には、モータMG1から出力されるキャンセルトルク T_c も記載した。

【0093】以上説明した実施例の動力出力装置110

によれば、エンジン150の運転停止の指示があつてから、エンジン150の回転数 N_e を素早く値0にすることができる。したがって、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域の回転数をすばやく通過することができる。この結果、ねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を簡易な構成のものとすることができる。

【0094】また、実施例の動力出力装置110によれば、エンジン150の回転数 N_e が値0になる直前に、エンジン150の回転数 N_e が増加する方向のキャンセルトルク T_c をモータMG1から出力するから、エンジン150の回転数 N_e のアンダーシュートを抑制することができる。この結果、アンダーシュートによって生じ得る振動や異音などの発生を防止することができる。

【0095】実施例の動力出力装置110では、目標回転数 N_{e*} の勾配がエンジン150の回転数 N_e の自然な変化より大きなマップ（図8のマップ）を用い、エンジン150の回転数 N_e を強制的に小さくするトルク T_{m1} をモータMG1から出力するようにしたが、図8のマップに代えて目標回転数 N_{e*} の勾配がエンジン150の回転数 N_e の自然な変化より小さなマップを用い、エンジン150の回転数 N_e が緩やかに変化するようにしてもよい。こうすれば、エンジン150の回転数 N_e を緩やかに変化させることができる。

【0096】また、図8のマップに代えて目標回転数 N_{e*} の勾配がエンジン150の回転数 N_e の自然な変化と同じとなるマップを用い、エンジン150の回転数 N_e が自然に変化するようにしてもよい。この場合、エンジン150の運転を停止すると共に、モータMG1のトルク指令値 T_{m1*} に値0を設定すればよい。この場合のエンジン停止制御ルーチンを図17に例示する。このルーチンでは、モータMG1のトルク指令値 T_{m1*} に値0を設定すると共に（ステップS202）、モータMG2のトルク指令値 T_{m2*} にはトルク指令値 T_r* を設定する（ステップS210）。このため、モータMG1からは何らトルクは出力されないことになるから、エンジン150やモータMG1の運動エネルギーをエンジン150のピストンの摩擦や圧縮等で消費しながら、エンジン150を空回りさせるのに必要なエネルギーとモータMG1を空回りさせるのに必要なエネルギーの和の最も小さい状態（図15の共線図の状態）に向けて変化していくことになる。このように、モータMG1から何らトルクを出力しないものとすれば、モータMG1により電力を消費しないから、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。なお、図17のエンジン停止制御ルーチンは、このままモータMG2のみによる運転モードの処理となり得る。

【0097】実施例の動力出力装置110では、モータMG2のみによる運転モードにおけるエンジン150の目標回転数 N_{e*} を値0とし、この値となるよう閾値 N_{ref}

N_{ref} を値0またはその近傍の値としたが、モータMG2のみによる運転モードにおけるエンジン150の目標回転数 N_{e*} を値0以外の値とし、閾値 N_{ref} をその値またはその近傍の値としてもよい。例えば、エンジン150の目標回転数 N_{e*} をアイドル回転数の値とし、閾値 N_{ref} をアイドル回転数またはアイドル回転数の近傍の値とする場合などである。

【0098】実施例の動力出力装置110では、車両が走行しているとき、即ちリングギヤ軸126が回転している状態のときに、エンジン150の運転を停止する際のエンジン150の回転数 N_e の制御について説明したが、車両が停止しているとき、即ちリングギヤ軸126が回転していない状態のときに、エンジン150の運転を停止する際のエンジン150の回転数 N_e の制御に適用してもよい。

【0099】実施例の動力出力装置110では、モータMG1のトルク指令値 T_{m1*} の設定処理とモータMG2のトルク指令値 T_{m2*} の設定処理とをエンジン停止制御ルーチンの処理としてしたが、モータMG1のトルク指令値 T_{m1*} の設定処理をモータMG1の制御の処理の一つとして行ない、モータMG2のトルク指令値 T_{m2*} の設定処理をモータMG2の制御の処理の一つとして行なうものとしてもよい。

【0100】実施例の動力出力装置110では、リングギヤ軸126に出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図18の変形例の動力出力装置110Aに示すように、リングギヤ軸126を延出してケース119から取り出すものとしてもよい。また、図19の変形例の動力出力装置110Bに示すように、エンジン150側からブラネタリギヤ120、モータMG2、モータMG1の順になるよう配置してもよい。この場合、サンギヤ軸125Bは中空でなくてもよく、リングギヤ軸126Bは中空軸とする必要がある。こうすれば、リングギヤ軸126Bに出力された動力をエンジン150とモータMG2との間から取り出すことができる。

【0101】次に、本発明の第2の実施例について説明する。第2実施は、第1実施例と略同一のハードウェア構成を備えるが、図20に示すように、第1実施例と比べて、エンジン150に開閉タイミング変更機構153を備える点で異なっている。また、制御装置180が実行する処理の内容も異なっている。まず、ハードウェア構成の相違について、図20を参照して説明する。

【0102】開閉タイミング変更機構153は、エンジン150の吸気弁150aの開閉タイミングを調整するものであり、その詳細な構成を図21に示す。通常、吸気バルブ150aは吸気カムシャフト240に取り付けられたカムにより開閉し、排気バルブ150bは排気カムシャフト244に取り付けられたカムにより開閉する

機構となっている。吸気バルブ150aおよび排気バルブ150bがエンジン150の回転数に応じたタイミングで開閉し得る様、吸気カムシャフト240に結合された吸気カムシャフト・タイミング・ギヤ242と排気カムシャフト244に結合された排気カムシャフト・タイミング・ギヤ246はタイミングベルト248によりクランクシャフト156と連結されている。こうした通常の構成に加え、開閉タイミング変更機構153には、吸気カムシャフト・タイミング・ギヤ242と吸気カムシャフト240とは、油圧で作動するVVTプーリー250を介して結合されており、VVTプーリー250には入力油圧の制御バルブであるOCV254が設けられている。VVTプーリー250の内部はこの油圧により軸方向に移動可能な可動ピストン252の組み合わせで構成されている。なお、VVTプーリー250に入力される油圧はエンジンオイルポンプ256により供給される。

【0103】かかる開閉タイミング変更機構153の作動原理は次の通りである。EFI ECU170はエンジン150の運転状況に応じてバルブの開閉タイミングを決定し、OCV254の開閉を制御する制御信号を出力する。この結果、VVTプーリー250に入力される油圧が変化し、可変ピストン252が軸方向に移動する。可変ピストン252には軸に対し斜め方向に溝が刻んであるため、上記軸方向への移動に伴って可変ピストン252の回転も生じ、可変ピストン252に結合されている吸気カムシャフト240と吸気カムシャフト・タイミング・ギヤ242の取り付け角度を変化させる。こうして、吸気バルブ150aの開閉タイミングを変化させることができ、バルブオーバーラップを変化させることができる。なお、この例では上記VVTプーリー250は吸気カムシャフト240側にのみ設けており、排気カムシャフト244には設けていないため、バルブオーバーラップは吸気バルブの開閉タイミングを制御することにより制御される。

【0104】次に、第2実施例における制御装置180の制御について説明する。図22は、第2実施例におけるエンジン停止時制御処理ルーチンを示すフローチャートである。このエンジン停止時制御処理ルーチンは、車輛の走行状態やバッテリー194の残容量SOCなどからエンジン150に求められる動力から見てエンジン150を停止するとの判断がなされ、EFI ECU170にその旨の指令を送り、エンジン150への燃料噴射が停止した後、8msec毎に割り込み処理により実行される。このルーチンが起動されると、まずモータMG1の現在の目標トルクSTGを、変数STGo1dに設定する処理（ステップS300）、引き下げトルクSTGmnを設定する処理（ステップS305）、およびなまし処理の処理時間mntgを設定する処理（ステップS310）を行なう。ここで、引き下げトルクSTGmnは、

図23に例示するように、リングギヤ軸126の回転数Nr、即ち車速に対応して予め設定された値である。実施例では、図23に示した関係を予めROM190b内に記憶しておき、リングギヤ軸126の回転数Nrに応じて、引き下げトルクSTGmnを設定するのである。引き下げトルクSTGmnとは、燃料噴射が停止されたエンジン150の回転数を引き下げるためにモータMG1が積極的にキャリア軸127、延いてはクランクシャフト156に付加するトルクである。また、なまし処理の処理時間mntgとは、後述する開ループ制御における回転数低減処理において、回転数を低減する割合を、演算上求められた値から、トルクショックの発生を防止するために緩和する処理における緩和の割合を設定する時間である。これは、図24に例示するように、リングギヤ軸126の回転数Nrに応じて小さな値に設定される。リングギヤ軸126の回転数Nrは、車速に対応していることから、車速が小さいほどなまし処理の処理時間mntgを大きな値にして、トルク指令値を低減する割合を緩和した方が、トルクショックの発生を防止できるからである。処理時間mntgの扱いについては、開ループ制御（ステップS350）において説明する。

【0105】これらの諸変数の設定を行なった後、次に、条件1が成立しているか否かの判断を行なう（ステップS320）。条件1とは、エンジン停止時制御に移行可能な条件が整ったか否かという判断であり、実施例では、エンジン150に対する燃料噴射の停止が指示されてから300msecが経過したかという条件判断である。燃料噴射の停止が指示されても、エンジン150の出力トルクが直ちに低下するとは限らないので、300msecの経過を待ち、エンジン150側の出力トルクが確実に失われるまで待つのである。なお、エンジン150は、この間に、EFI ECU170の指示を受けて、燃料カットに引き続き、開閉タイミング変更機構153を制御してバルブの開閉タイミングを最遅角側に設定する。なお、開閉タイミング変更機構153を最遅角側に設定するのは、次にエンジン150を起動する際の負荷を低減して、エンジン150をモータリングする際のショックをできるだけ小さくするためである。条件1が整っていないければ、それまで通り、エンジン150の実回転数と目標回転数との偏差に基づくPID制御を継続し、エンジン150の回転数を保持する（ステップS330）。

【0106】他方、条件1が成立しており、エンジンの停止時制御に入っても良いと判断した場合には、次に、エンジン150の回転数Neが所定値Nkn以上であるか否かの判断を行なう（ステップS340）。この判断に用いる所定値Nknは、エンジンの停止時制御が実行されたことにより、エンジン150の回転数Neが低下してきた場合、後述する開ループ制御を停止する条件であり、本実施例では、停車中では200rpm、走行中

でブレーキオフなら250rpm、走行中でブレーキオンなら350rpmというように定めている。これらの回転数は、実際の制御において、エンジン150の回転数にアンダシュートが発生しないように制御可能な回転数として、実験的に定めた。

【0107】エンジン回転数 N_e が所定値 N_{kn} より大きいと判断された場合には、次に開ループ制御によりエンジン回転数を低減する処理を実行する(ステップS350)。この処理については、後で図25を用いて詳しく説明する。ここでは、エンジン停止時制御全体の理解を優先し、図22のエンジン停止時制御処理ルーチンの説明を続ける。開ループ制御によるエンジン回転数の低減処理を実行することで、エンジン150の回転数 N_e は、次第に低下する。エンジン150の回転数 N_e が低下し、所定値 N_{kn} を下回ると、次に現在の目標トルク STG がほぼ0となっているか否かの判断を行なう(ステップS360)。目標トルク STG がほぼ値0となっていなければ、エンジン150の回転数がアンダシュートするのを防止するための処理(ステップS370)を行なう。

【0108】これらのいずれの処理(ステップS330, S350~S370)の後も、上下限のガード処理(ステップS380)を行ない、その後、上記の処理で計算しガード処理を施した制御上の目標トルク t_tg を新たな目標トルク STG として設定する処理(ステップS390)を行ない、本ルーチンを終了する。上下限のガード処理とは、演算した目標トルク t_tg が、モータMG1の定格からはずれていたり、バッテリー194の残容量から見て可能なトルクを上回っていたりした場合に、これを定格以内あるいは可能なトルクの範囲に制限する処理である。

【0109】以上説明した処理を繰り返し実行することにより、大まかには、次のようにエンジン150の回転数は制御される。まず、エンジン150への燃料供給が停止されてから300msecが経過するまでは通常のPID制御によりエンジン回転数を目標回転数に保持する制御が行なわれ(ステップS320, S330)、300msecが経過すると、開ループ制御に切り替わり、モータMG1からエンジン150の出力軸であるクランクシャフト156等に回転方向とは逆方向にトルクを付加し、エンジン150の回転数を所定の減速度の範囲で低減する。この様子を図27の区間Aに示した。エンジン150の回転数 N_e が所定値 N_{kn} まで低下すると、開ループ制御を終了し、次にアンダシュート防止処理を実行する(ステップS320, S340, S360, S370)。ここでは、目標トルクの大きさは低減され、次第に値0に近づく。この様子を、図27区間Bに示した。

【0110】次に、ステップS350の開ループ制御の詳細について、図25を用いて説明する。開ループ制御処理ルーチンが起動されると、まず車輛が停車中か走行

中かを判断する(ステップS351)。車輛が走行中であると判断されると、エンジン停止時制御で設定した制御開始時点での目標トルク STG_{old} と、引き下げトルク STG_{mn} とを用いて、なまし処理を行なって、仮の目標トルク t_tg を求める処理を行なう(ステップS352)。この場合のなまし時間は、予め車速に応じて設定した処理時間 nm_tg を用いる(図22ステップS310および図24参照)。なまし処理とは、数学的には積分処理であるが、本実施例のように、所定のインターバルで実行される処理により実現する場合には、現在の値と目標値とに重み付け平均を取ることで実現されることが多い。本実施例では、処理時間 nm_tg 毎に、重み付け平均処理を行ない、その場合の現在値に付与する重み付け係数を、目標値に関する重み付け係数の1/16程度としている。エンジン150を開ループ制御により停止する処理に入った時点では、目標トルク STG は、それまでのPID制御(図22ステップS330)により所定値に保持されているから、なまし処理を行なうと言うことは、エンジン停止時制御に入った直後の目標トルクをいきなり引き下げトルク STG_{mn} にするのではなく、図23に基づいて設定した引き下げトルク STG_{mn} に向かって仮の目標トルク t_tg の値を徐々に設定して行くことになる。なまし処理の処理時間 nm_tg は、車速が低いほど大きな値に設定されるから、車速が低いほど緩やかに、仮の目標トルク t_tg は、引き下げトルク STG_{mn} に近づいて行くことになる。

【0111】他方、車輛が停車中であると判断された場合には(ステップS351)、車速によりなまし処理の時間を設定する必要はないから、処理時間を固定値(本実施例では128msec)とし、同様になまし処理を行なう(ステップS353)。但し、停車中のこの処理では、車速に応じて定める引き下げトルク STG_{mn} に代えて、固定的な引き下げトルクに目標トルクの学習値 stg_{kg} を加えた値を用いる点で、走行中のなまし処理(ステップS352)と相違している。ステップS353では、現在の目標トルク STG_{old} と、 $(-14 + stg_{kg}) - STG_{old}$ との間でなまし処理を行なっている。走行中の場合には、エンジン150停止時のトルクショックは、さほど気にならないのに対して、停車中のエンジン150停止に起因するトルクショックは、体感されやすい。そこで、停車中の目標トルクの低減の挙動は、学習しておき、できる限りアンダシュートなしで、エンジン150を停止できるようにしているのである。学習値 stg_{kg} の学習の方法については後述する。

【0112】かかる処理が所定のインターバルで繰り返し行なわれると、仮の目標トルク t_tg はなまし処理の処理時間により定まる緩やかさにより、引き下げトルク STG_{mn} に近づいて行く。仮の目標トルク t_tg が、引き下げトルク STG_{mn} に一致すると、その後は、モ

ータMG1が出力するトルクは、ほぼ一定となる。

【0113】以上の走行中のなまし処理もしくは停車中のなまし処理を行なった後、次に条件2が成立しているか否かの判断を行なう（ステップS354）。条件2の判断とは、以下の条件が全て成立しているか否かの判断をいう。

①エンジン150の回転数Neが400rpm以下であり、

②停車中であり、

③学習値stgkgをまだ更新していない（Xstg≠1）

以上の3条件のいずれか一つでも成立していなければ、何も行なわず「NEXT」に抜けて、本ルーチンを一旦終了する。他方、この3条件が全て成立する状態になれば、回転減速度ΔNを演算する処理を行なう（ステップS355）。

【0114】回転減速度ΔNは、前回回転数を検出したときの回転数から現在の回転数の偏差として定義されている。本実施例では、回転数Neの検出自体は16msec毎に行なっている。この回転減速度ΔNが、値-54から値-44の範囲に入っているか否かを次に判断する

（ステップS356）。回転減速度ΔNが、この範囲内に入っていれば、何も行なわず、ネクストに抜けて本ルーチンを一旦終了する。他方、回転減速度ΔNが値-44より大きいと判断された場合は、仮の学習値tstgを値1だけ減少する処理を行ない（ステップS357）、回転減速度ΔNが値-54より小さい場合には、

仮の学習値tstgを値1だけ増加する処理を行なう（ステップS358）。即ち、図27区間Aにおけるエンジン回転数Neの減速の程度をチェックし、次のエンジン停止時に制御における停車中の引き下げトルクを決定する際の学習値stgkgに反映させるため、仮の学習値tstgを増減するのである。減速の割合が小さければ、引き下げトルクの目標値に当たる数値（ステップS353における $(-14 + stgkg) - STGoId$ ）の絶対値を大きくし（符号は-）、減速の割合が大きければ絶対値を小さくしている。この結果、エンジン停止時におけるエンジン150の回転数Neの低下の割合は、学習制御により適正な範囲（-54Nm/16msecから-44Nm/16msec）に調整される。

【0115】なお、仮の学習値tstgは、予め定めた上下限值以内に入るようガード処理を行ない、更に、学習を行なったことを示すフラグXstgに値1をセットする処理を行なう（ステップS359）。なお、ここで学習値stgkgを直接設定しないで、仮の学習値tstgを設定しているのは、このルーチンが繰り返し実行されることから、実行中のなまし処理における学習値（ステップS353）を毎回変更しないようにするためである。学習された学習値stgkgは、次のエンジン停止時制御の実行時に初めて使われることになる。

【0116】以上説明した開ループ制御処理ルーチン

は、エンジン150への燃料供給が停止されてから300msecが経過した後実行され、停車中か走行中で定まる最終的なトルク値に向けて、エンジン150の出力軸にモータMG1から付加されるトルク（トルクの符号はマイナス、即ち出力軸の回転方向とは逆方向に加わるトルク）の大きさを漸増して行く。エンジン150の回転数Neが漸減し（図27区間A）、回転数が400rpm以下となった場合、車輛が停車していれば、その間の回転減速度ΔNの大きさに基づいて学習値tstgを学習して行く。

【0117】エンジン150の回転数Neが漸減し、やがて所定値Nknより小さくなると、上述した開ループ制御処理に代えて、アンダシュート防止処理（図22ステップS370）が実行される。このアンダシュート防止処理について、図26を参照しつつ説明する。アンダシュート防止処理ルーチンが開始されると、まず、次式 $t t g = STGoId + 2 [Nm]$

に従い、仮の目標トルクt t gを求める処理を行なう

（ステップS371）。次に、求めた仮の目標トルクt t gが値-2以下か否かの判断を行ない（ステップS372）、t t g > -2ならば、仮の目標トルクt t gを

値-2に設定する処理を行なう（ステップS373）。即ち、ステップS372、S373の処理により、仮の目標トルクt t gを値-2を上限としてガードしている

のである。

【0118】かかる処理を実行することにより、それまでエンジン150の出力軸の回転数Neを低減するように作用していたトルクの大きさは、-2[Nm]を越えない範囲で、順次小さくされる。仮の目標トルクt t gを上式に従い変更して行くこの処理により、エンジン150の出力軸を減速する方向に働いていたトルクの大きさは、割り込み処理のインターバルである8msec毎に2[Nm]ずつ低減され、次第に値0に近づいて行く（図27区間B参照）。

【0119】上記のステップS372あるいはステップS373の処理の後、エンジン150の回転数Neが40rpm未満となっているか否かの判断を行なう（ステップS374）。エンジン150の回転数Neが40rpm未満となっていれば、もはやエンジン150の出力軸に制動方向のトルクをかける必要はないと判断し、仮の目標トルクt t gに値0を設定する処理を行なう（ステップS375）。

【0120】その後、条件3が成立しているか否かの判断を行なう（ステップS376）。条件3が成立している状態とは、

①車輛が停車中であり、かつ

②学習値の学習がなされている（Xstg=1）

場合を言う。上記の条件3が成立していなければ、「NEXT」に抜けて、本ルーチンを一旦終了する。他方、

上記条件3が成立していれば、仮の学習値 $tstg$ を、学習値 $STGkg$ として設定する処理（ステップS377）と、学習済みフラグ $Xstg$ を値0にリセットする処理（ステップS378）とを行なう。これらの処理の後、本ルーチンを終了する。

【0121】この結果、このアンダシュート防止処理を実行すると、エンジン150の出力軸に付加されるトルクの大きさは、図27区間Bに示すように、値-2に向けて低減され、回転数 Ne が40rpm未満となると、値0とされる。この結果、エンジン150の回転数 Ne が、値0を下回る現象（アンダシュート）を生じることがない。

【0122】以上説明した第2実施例によれば、

（1）エンジン150の運転を継続すべき要求が存在する間は、PID制御によりエンジン150の回転数 Ne を目標回転数に維持することができる。

（2）エンジン150の運転を継続すべき要求がなくなったときは、EFI ECU170によりエンジン150への燃料供給を停止し、300msecが経過した後、開ループ制御により、エンジン150の出力軸であるクランクシャフト156に結合されたキャリア軸127に、モータMG1により、回転方向とは逆向きのトルクを加える。この際、エンジン150の回転数 Ne の目標回転数（0）との偏差に基づいてモータMG1の目標トルクをフィードバック制御するのではなく、予め定めたアルゴリズムで目標トルクを決定する。上記実施例では、図27に示すように、所定の割合で目標トルクの大きさが漸増して行くよう定めている。かかる制御を行なうことにより、エンジン150の停止時に、その回転方向とは逆方向に急激に大きなトルクがかかって、トルクショックが生じ、ドライバビリティを悪化させることがない。また、図27に示したように、回転方向と反対方向のトルクはなまし処理の終了後は、所定の大きさのトルクが付加され続けるので、反力トルクも一定になり、ドライバビリティは一層向上する。

【0123】（3）モータMG1により回転数と逆の方向にトルクを付加することにより、エンジン150の出力軸の回転数は、所定の減速度（本実施例ではおよそ50rpm/16msec）で低下して行く。この減速度は、出力軸にねじり共振が生じない範囲に設定されているので、ダンパ157を介して結合されたクランクシャフト156とキャリア軸127に、ねじり共振を生じることがない。

【0124】（4）エンジン150の回転数が、所定回転数（本実施例では400rpm）を下回った時には、車両が停車中であれば、次のエンジン停止時制御における減速度が所定範囲に入るよう減速度の状態から学習を行なう。

【0125】（5）更にエンジン150の回転数 Ne が低下し、所定値 Nkn （実施例では200rpmないし

350rpm）以下となると、今度はモータMG1により付加しているトルクの大きさを所定の割合で値0に向けて漸減し、エンジン150の出力軸の回転数 Ne が値0以下、即ち、クランクシャフト156が逆回転しないように制御する。クランクシャフト156は逆回転しないと言う前提で設計されていることが多く、例えば開閉タイミング変更機構153ではクランクシャフト156が逆回転すると進角ロックと言った現象が起きる場合があり得る。本実施例では、エンジン150の回転数が低下してくると、エンジンの出力軸に付加するトルクの大きさを小さくし、更に40rpmを下回れば付加トルクを値0とし、クランクシャフト156の逆回転を確実に防止している。

【0126】（6）この制御を実行する際の判断基準となっている所定値 Nkn は、車両が停車中であれば200rpm、走行中でブレーキがオフであれば250rpm、走行中でかつブレーキがオンであれば350rpmに設定されている。したがって、エンジン150の出力軸に回転数を低減する方向に加わる力を、車両の走行状態によらず概ね一定にすることができ、開ループ制御であるにも関わらず、エンジン150の回転数をスムーズに値0に向けて制御することができる。

【0127】第1、第2実施例の動力出力装置110およびその変形例では、FR型あるいはFF型の2輪駆動の車両に適用するものとしたが、図28の変形例の動力出力装置110Cに示すように、4輪駆動の車両に適用するものとしてもよい。この構成では、リングギヤ軸126に結合していたモータMG2をリングギヤ軸126より分離して、車両の後輪部に独立して配置し、このモータMG2によって後輪部の駆動輪117、119を駆動する。一方、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111を介してディファレンシャルギヤ114に結合されて前輪部の駆動輪116、118を駆動する。このような構成の下においても、前述した図7あるいは図22のエンジン停止制御ルーチンを実行することは可能である。

【0128】実施例の動力出力装置110では、モータMG1およびモータMG2にPM形（永久磁石形；Permanent Magnet type）同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なものであれば、その他にも、VR形（可変リラクタンス形；Variable Reluctance type）同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0129】また、実施例の動力出力装置110では、第1および第2の駆動回路191、192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT（絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ；Insulated Gate Bipolar mode Transistor）インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM（パルス幅変調；PulseWidth

th Modulation) インバータや、方形波インバータ（電圧形インバータ、電流形インバータ）や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0130】さらに、バッテリー194としては、Pbバッテリー、NiMHバッテリー、Liバッテリーなどを用いることができるが、バッテリー194に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0131】実施例の動力出力装置110では、エンジン150のクランクシャフト156をダンパ157およびプラネタリギヤ120を介してモータMG1に接続し、エンジン150の運転を停止した際に、エンジン150の回転数Neの変化をモータMG1からプラネタリギヤ120を介してトルクを出力することにより調整したが、図29に例示する変形例の動力出力装置310のように、エンジンEGのクランクシャフトCSをダンパDNPを介してモータMGの回転軸RSに直接接続し、エンジンEGの運転停止の際のエンジンEGの回転数Neの変化をモータMGにより調整するものとしてもよい。このような構成でも、実施例の動力出力装置110が奏する効果と同一の効果を奏することができる。また、上記の実施例では、モータMG1、MG2は、いずれも動力のやり取りを行なう軸に対して同軸となるよう配置したが、ギヤを介して結合することは容易であり、動力のやり取りを行なう軸に対する配置は、設計上の要求に基づいて定めれば良い。

【0132】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、例えば、実施例の動力出力装置を船舶、航空機などの交通手段やその他各種産業機械などに搭載する態様など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図である。

【図2】実施例の動力出力装置110の詳細な構成を示す説明図である。

【図3】実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略の構成を例示する構成図である。

【図4】実施例の動力出力装置110の動作原理を説明するためのグラフである。

【図5】実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図6】実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図7】実施例の制御装置180により実行されるエンジン停止制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図8】タイムカウンタTCとエンジン150の目標回転数Ne*との関係を例示するマップである。

【図9】実施例の制御装置180により実行される要求

トルク設定ルーチンを例示するフローチャートである。

【図10】リングギヤ軸126の回転数NrとアクセルペダルポジションAPとトルク指令値Tr*との関係を例示する説明図である。

【図11】制御装置180の制御CPU190により実行されるモータMG1の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図12】制御装置180の制御CPU190により実行されるモータMG2の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図13】図7のエンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときの共線図である。

【図14】エンジン停止制御ルーチンのステップS106ないしS116の処理が何回か繰り返し実行されたときの共線図である。

【図15】エンジン150の回転数Neが閾値Nref以下になったときの共線図である。

【図16】エンジン150の回転数NeとモータMG1のトルクTm1の変化の様子を例示する説明図である。

【図17】変形例のエンジン停止制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図18】変形例の動力出力装置110Aの概略構成を示す構成図である。

【図19】変形例の動力出力装置110Bの概略構成を示す構成図である。

【図20】第2実施例の動力出力装置の概略構成を示す説明図である。

【図21】開閉タイミング変更機構153の構成例を例示する説明図である。

【図22】第2実施例のエンジン停止時制御処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図23】引き下げトルクSTGmnを車速に基づいて設定するためのグラフである。

【図24】なまし処理の処理時間mntgを車速に基づいて設定するためのグラフである。

【図25】開ループ制御処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図26】アンダシュート防止処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図27】第2実施例における制御例を示すグラフである。

【図28】実施例の動力出力装置110を4輪駆動車に適用したときの具体例である動力出力装置110Cを組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。

【図29】変形例の動力出力装置310の概略構成を示す構成図である。

【符号の説明】

110…動力出力装置

110A～110C…動力出力装置

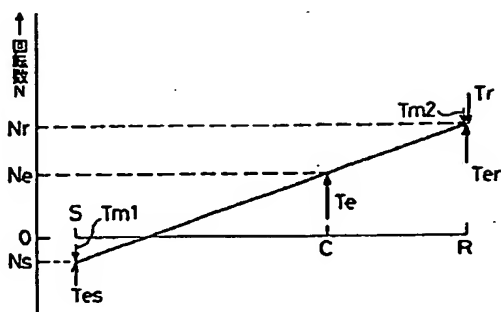
111…動力伝達ギヤ

112…駆動軸
 114…ディファレンシャルギヤ
 116, 118…駆動輪
 117, 119…駆動輪
 119…ケース
 120…プラネタリギヤ
 121…サンギヤ
 122…リングギヤ
 123…プラネタリピニオンギヤ
 124…プラネタリキャリア
 125…サンギヤ軸
 126…リングギヤ軸
 127…キャリア軸
 128…動力取出ギヤ
 129…チェーンベルト
 132…ロータ
 133…ステータ
 134…三相コイル
 135…永久磁石
 139…レゾルバ
 142…ロータ
 143…ステータ
 144…三相コイル
 145…永久磁石
 149…レゾルバ
 150…エンジン
 151…燃料噴射弁
 152…燃焼室
 154…ピストン
 156…クランクシャフト
 157…ダンバ
 158…イグナイタ
 159…レゾルバ
 160…ディストリビュータ
 162…点火プラグ
 164…アクセルペダル

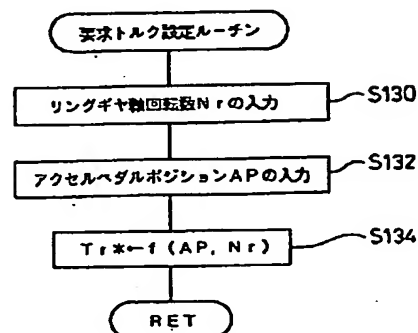
*

* 164a…アクセルペダルポジションセンサ
 165…ブレーキペダル
 165a…ブレーキペダルポジションセンサ
 166…スロットルバルブ
 167…スロットルバルブポジションセンサ
 168…アクチュエータ
 170…EFI ECU
 172…吸気管負圧センサ
 174…水温センサ
 10 176…回転数センサ
 178…回転角度センサ
 179…スタータスイッチ
 180…制御装置
 182…シフトレバー
 184…シフトポジションセンサ
 190…制御CPU
 190a…RAM
 190b…ROM
 191…第1の駆動回路
 20 192…第2の駆動回路
 194…バッテリー
 195, 196…電流検出器
 197, 198…電流検出器
 199…残容量検出器
 310…動力出力装置
 CS…クランクシャフト
 DNP…ダンバ
 EG…エンジン
 L1, L2…電源ライン
 30 MG…モータ
 MG1…モータ
 MG2…モータ
 RS…回転軸
 Tr1~Tr6…トランジスタ
 Tr11~Tr16…トランジスタ

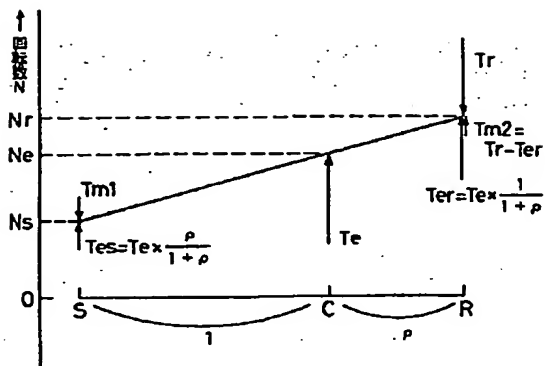
【図6】



【図9】

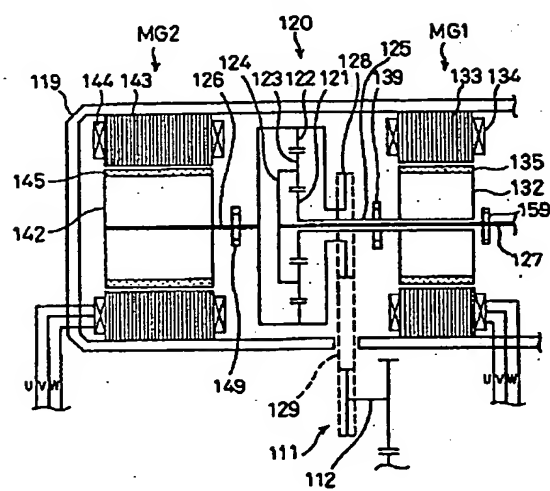
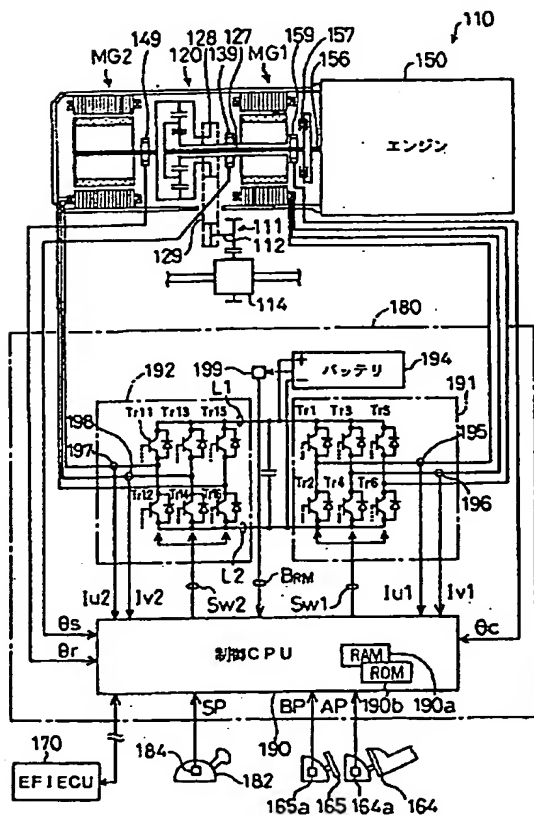


【圖5】

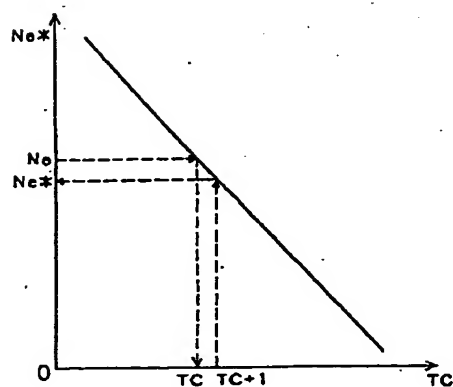


【圖2】

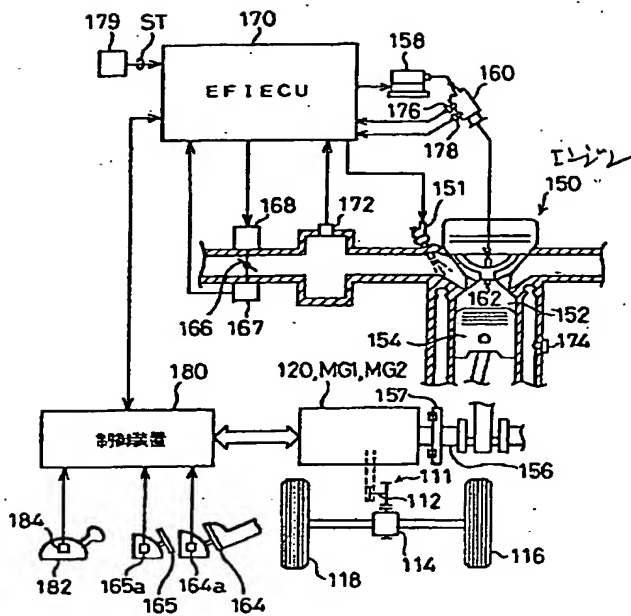
【圖·1】



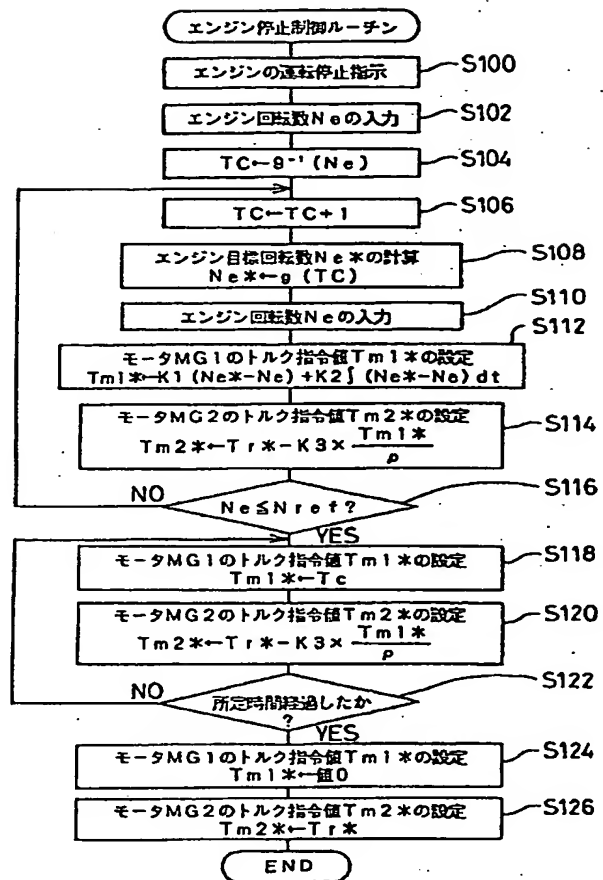
【圖 8】



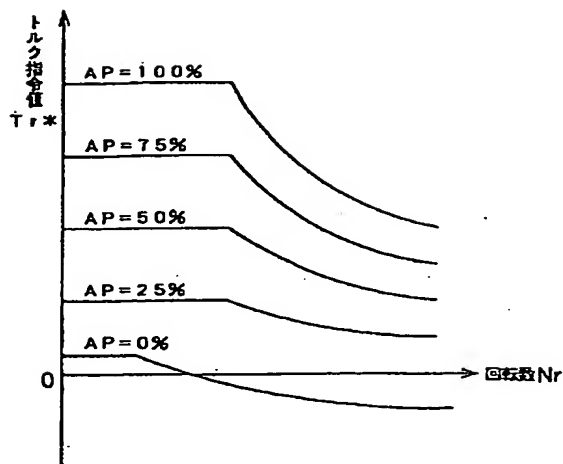
【図3】



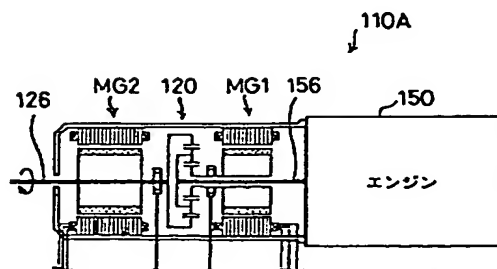
【図7】



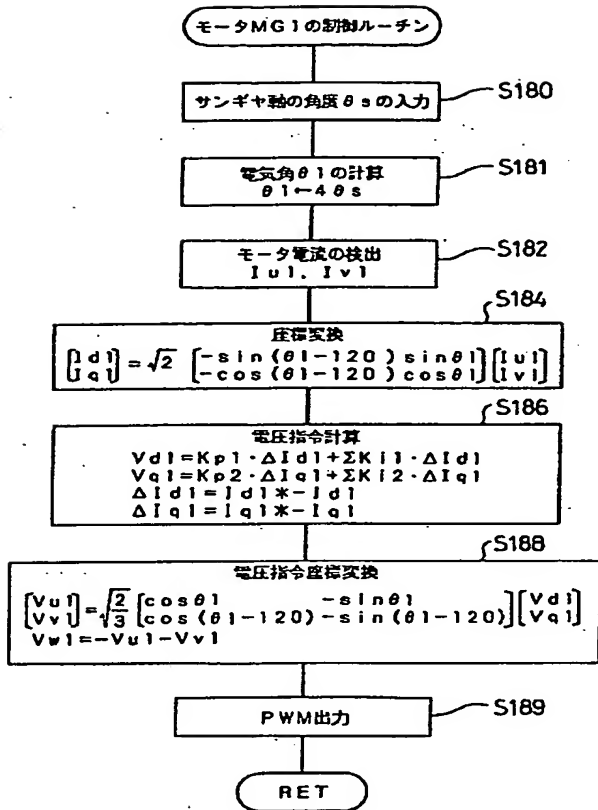
【図10】



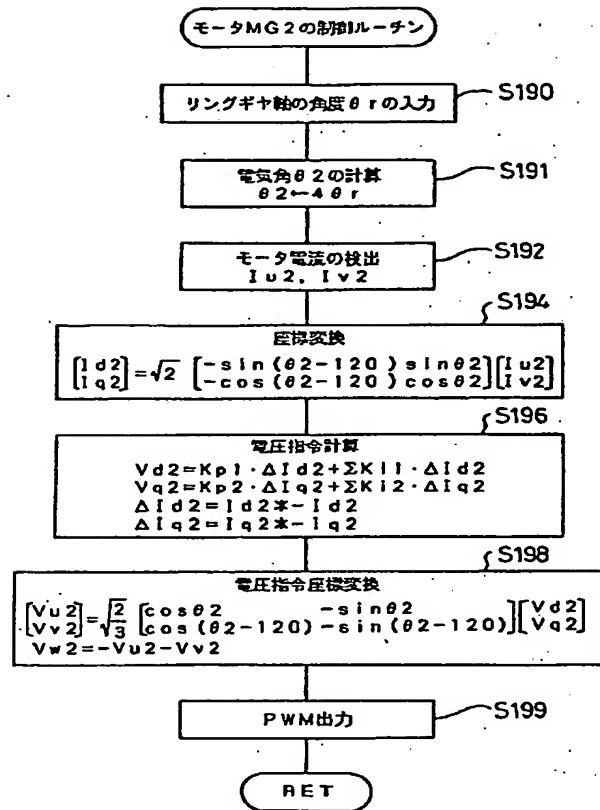
【図18】



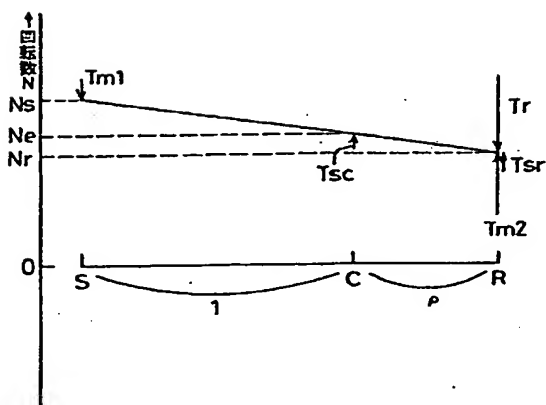
【図11】



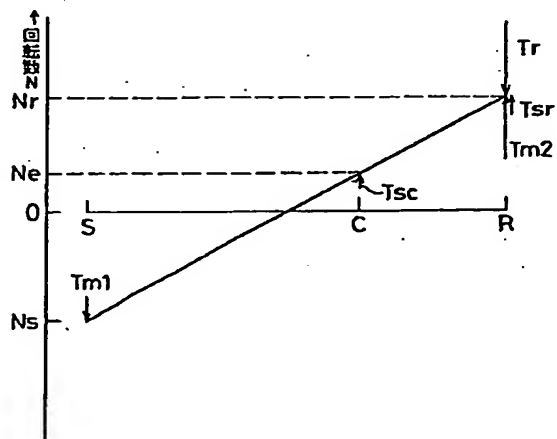
【図12】



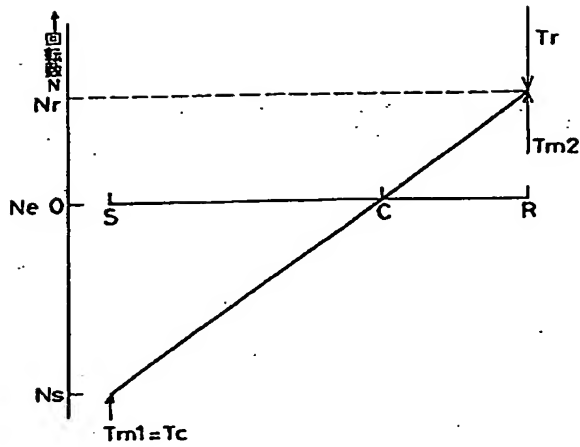
【図13】



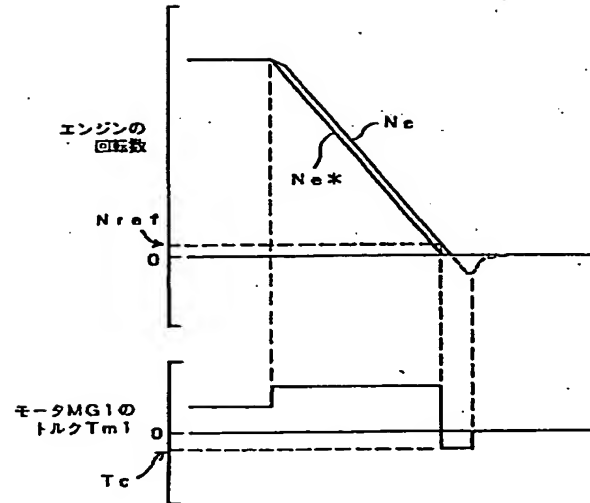
【図14】



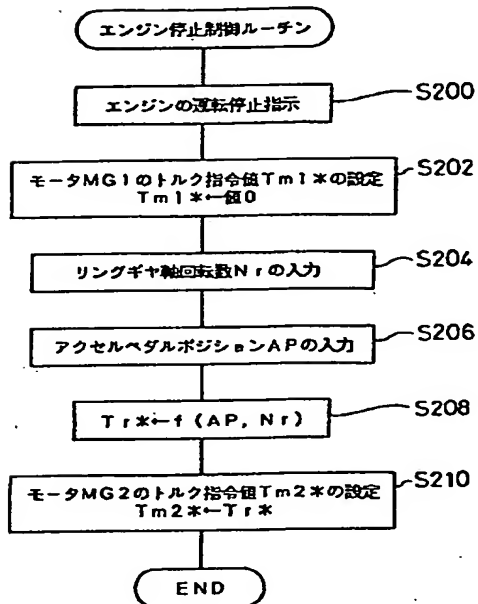
【図15】



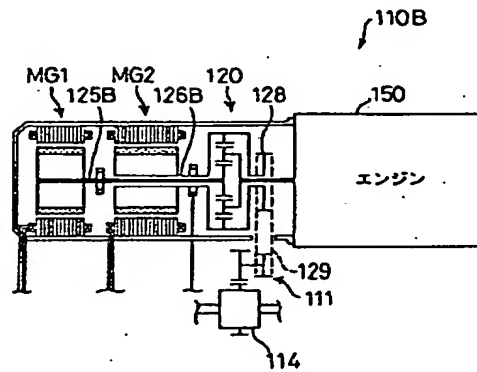
【図16】



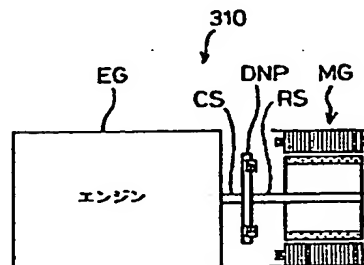
【図17】



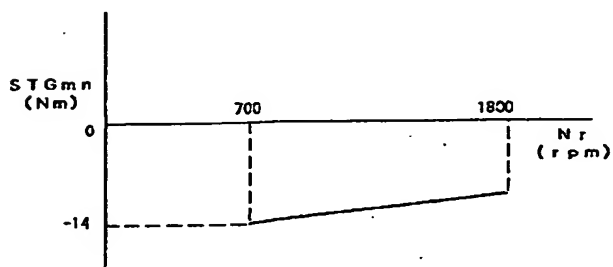
【図19】



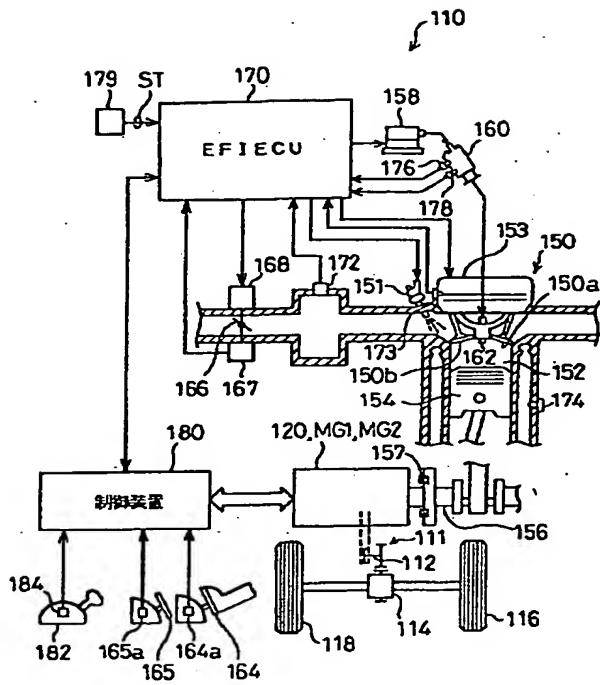
【図29】



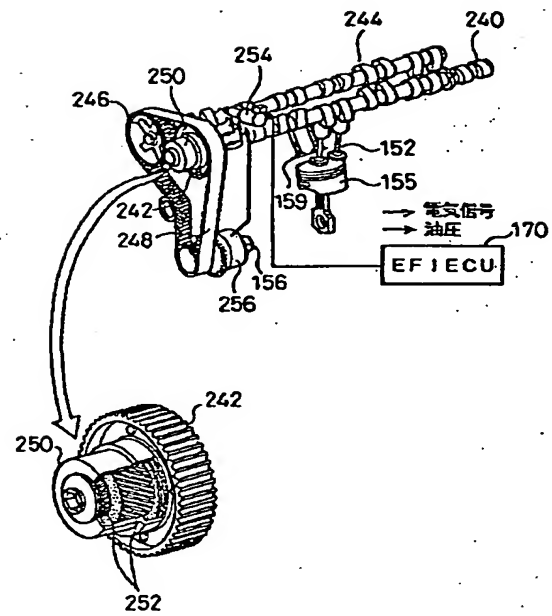
【図23】



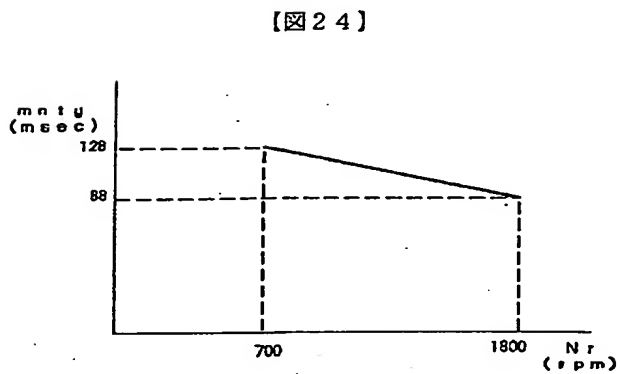
【図20】



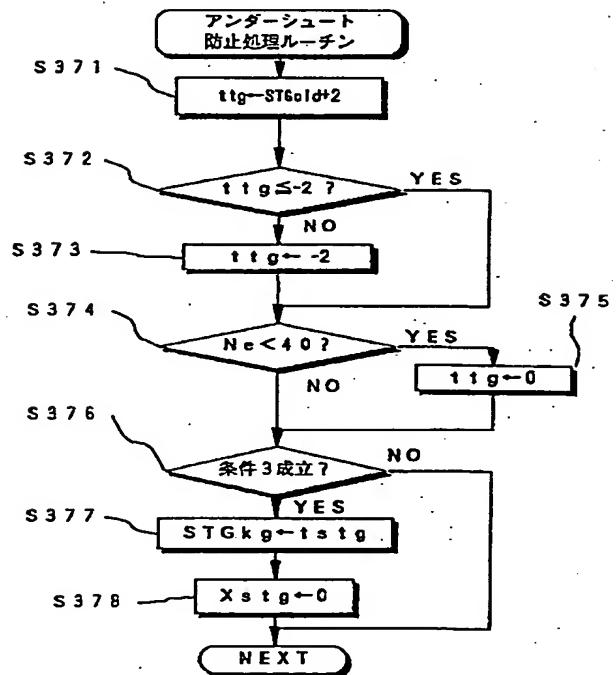
【図21】



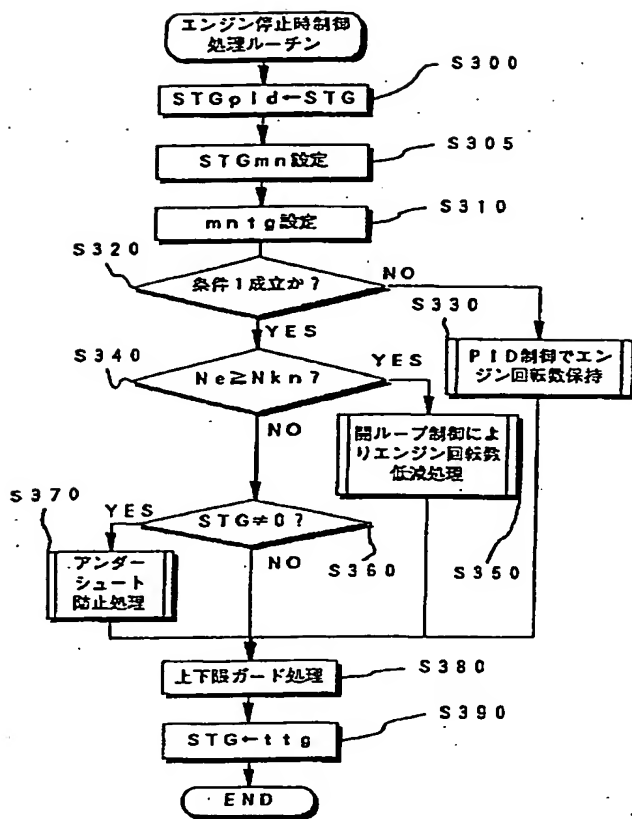
【図26】



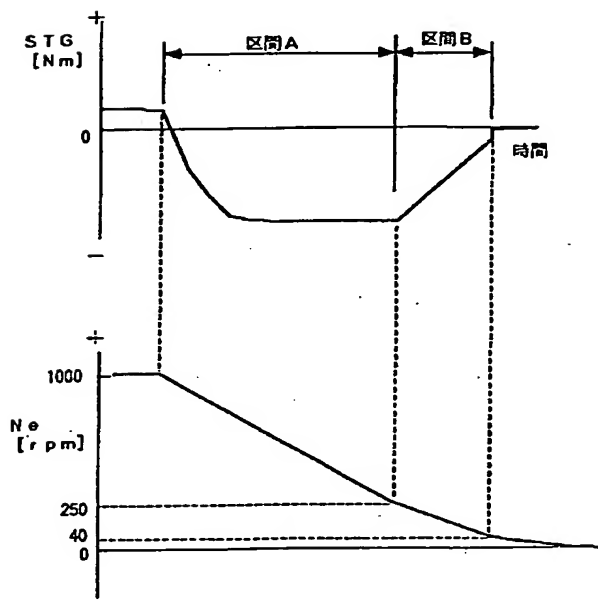
【図24】



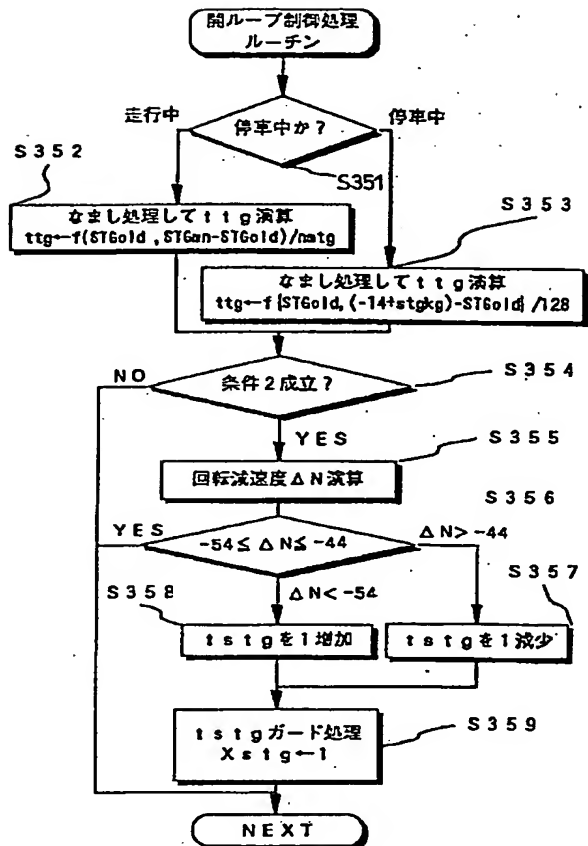
【図22】



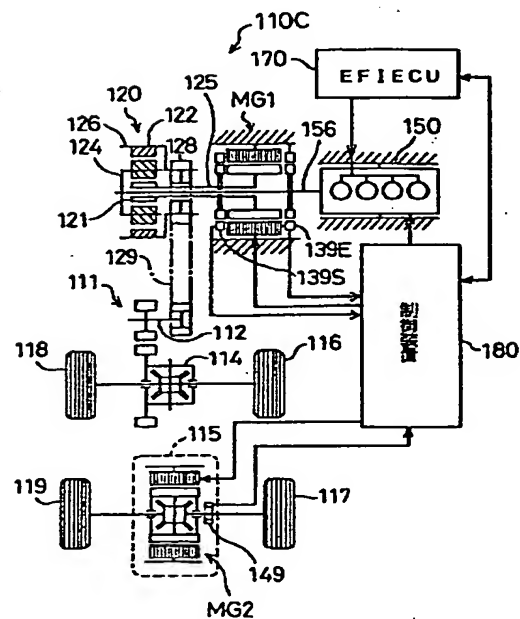
【図27】



【図25】



【図28】



フロントページの続き

(72) 発明者 高岡 俊文
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自
動車株式会社内

(72) 発明者 山口 勝彦
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自
動車株式会社内

(72) 発明者 金井 弘
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自
動車株式会社内

(56) 参考文献 特開 平 9 - 117011 (J P , A)
特開 平 10 - 201012 (J P , A)
特開 平 9 - 46967 (J P , A)
特開 平 8 - 337135 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 7, DB 名)

F02D 29/02
B60K 6/02
B60L 11/14